221 – Trilho de ar

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Elias da Silva – PUC/SP

Equipamentos

	127 V	220 V	
Handbook Science Cobra3, parte 1	01300.02	01300.02	1
Handbook Science Cobra3, parte 2	01301.02	01301.02	1
Base Tripé -PASS-	02002.55	02002.55	2
Grampo ângulo reto -PASS-	02040.55	02040.55	2
Peso,10 g, preto	02205.01	02205.01	14
Peso,50 g, preto	02206.01	02206.01	8
Unidade de queda livre	02502.88	02502.88	1
Cabo de conexão, 100 mm, amarelo	07359.02	07359.02	2
Cabo de conexão,1000 mm, vermelho	07363.01	07363.01	2
Cabo de conexão,1000 mm, amarelo	07363.02	07363.02	2
Cabo de conexão,1000 mm, azul	07363.04	07363.04	2
Fita métrica, l=2000mm	09936.00	09936.00	
Carrinho para trilho de ar	11202.02	11202.02	2
Tela com plug, l 100 mm	11202.03	11202.03	2
Tubo com plug	11202.05	11202.05	2
Agulha com plug	11202.06	11202.06	1
Garfo com encaixe	11202.08	11202.08	2
Tiras de borracha para o garfo com plug,10	11202.09	11202.09	1
Prato com plug	11202.10	11202.10	2
Disparador e	11202.13	11202.13	1
Ímã com plug para disparador	11202.14	11202.14	1
Prendedor para extremidade do trilho de ar	11202.15	11202.15	1
Barra do trilho de ar e	11202.17	11202.17	1
Tubo de pressão l 1.5 m	11205.01	11205.01	1
Barreira de luz compacta	11207.20	11207.20	2
INTERFACE COBRA 3	12150.00	12150.00	1
Fonte de alimentação	12151.98	12151.98	1
Contador 4-4	13605.99	13605.99	1
Soprador e	13770.98	13770.94	1
Software	14511.61	14511.61	1
Software Cobra 3	14512.61	14512.61	1
Cabo de dados PC COBRA RS232, 2m	14602.00	14602.00	1
Hastes de suporte, 1000mm	02028.55	02028.55	1

Leis das colisões

Tópicos relacionados

Conservação de momento, conservação de energia, movimento linear, velocidade, perda elástica.

Fig.1: Montagem experimental para investigação das leis de colisões.

Fundamentos e tarefas

As velocidades de dois corpos, movendo-se sem atrito sobre um trilho de ar, são medidas antes e após a colisão, tanto para a colisão elástica, quanto para a inelástica.

221 – Trilho de ar

Equipamentos para este experimento

Trilho de ar
Ventilador
Tubo de pressão, l 1.5 m
Corpo para trilho de ar
Laminado com encaixe, l 100 mm
Tubo com encaixe
Agulha com encaixe
Garfo com encaixe
Fio elástico para garfo com encaixe
Prato com encaixe
Sistema iniciador
Imã com encaixe para sistema iniciador
Aparador final para trilho de ar
Peso, 10 g, preto
Peso, 50 g, preto
Barreira de luz, compacta
Cronômetro 4-4
Base em formato de barril
Haste para suporte –PASS-, quadrada, ℓ = 400 mm
Braçadeira de ângulo reto –PASS-
Cabos de conexão

Problemas

1. Colisão elástica

Um corpo, cuja massa permanece inalterada, colide com o corpo em repouso. Uma série de medidas, nas quais as velocidades do primeiro corpo antes da colisão e as velocidades de ambos corpos após a colisão são os objetivos, serão efetuadas.

Organize os seguintes parâmetros como funções da razão das massas dos corpos:

1.1 Os impulsos dos dois corpos, assim como o referente à soma após a colisão. Para comparação, o valor médio dos impulsos do primeiro corpo entrará como uma linha horizontal no gráfico.

1.2 Suas energias, de modo análogo ao problema 1.1

1.3 De acordo com o valor médio do impulso medido do primeiro corpo antes da colisão, os valores teóricos dos impulsos para os dois corpos entrarão para um alcance de razões de massa variando de 0 a 3. Para fins comparativos, os pontos medidos (veja 1.1) serão organizados no gráfico.

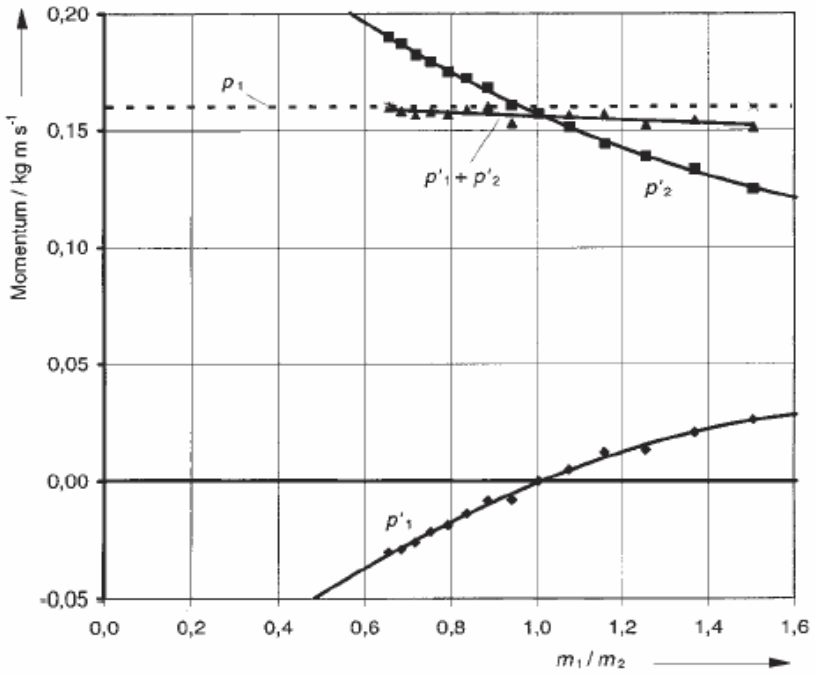


Fig.2: Colisões elásticas: momento após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

1.4 De acordo com o valor médio da energia medida do primeiro corpo antes da colisão, os valores teóricos da energia após a colisão serão organizados analogamente ao problema 1.3. No processo, os valores medidos serão comparados com as curvas teóricas.

2. Colisão inelástica

Um corpo, cuja massa sempre permanece inalterada, colide com um com um segundo corpo em repouso. Séries de medidas com diferentes massas do corpo em repouso serão realizadas: as velocidades do primeiro corpo antes da colisão e, as de ambos corpos após a colisão serão medidas.

2.1 Os valores dos impulsos serão organizados como no problema 1.1.
2.2 Os valores das energias serão organizados como no problema 1.1.
2.3 Os valores dos impulsos, teóricos e mensurados, serão comparados como no problema 1.3.
2.4 Assim como no problema 1.4, os valores teóricos e experimentais das energias serão comparados. No intuito de claramente ilustrar a perda de energia e sua dependência com as razões de massa, as funções teóricas da energia total de ambos corpos e a perda de energia após a colisão serão organizadas.

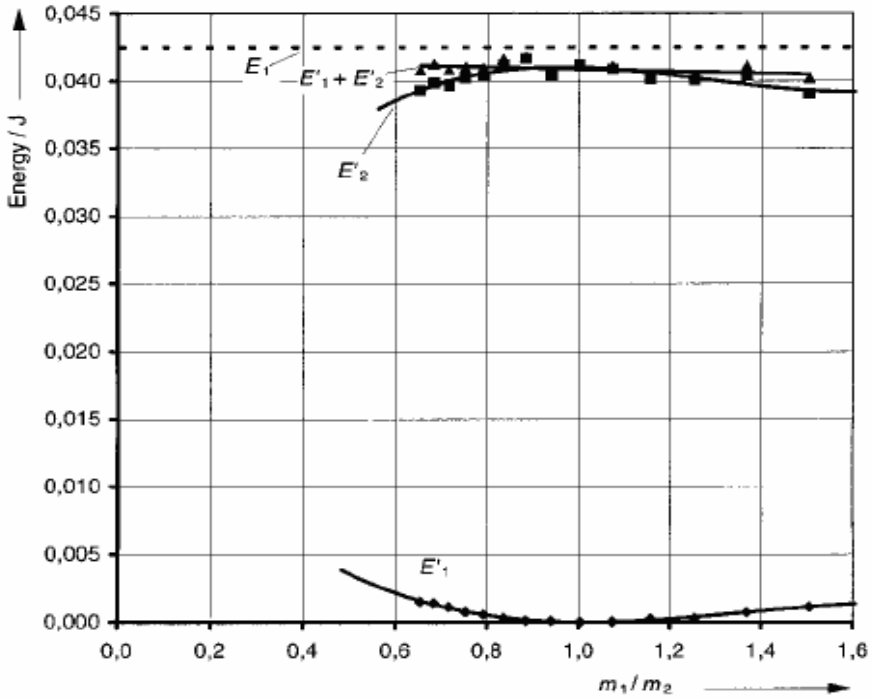


Fig.3: Colisão elástica : energia após a colisão em função da razão das massas dos corpos

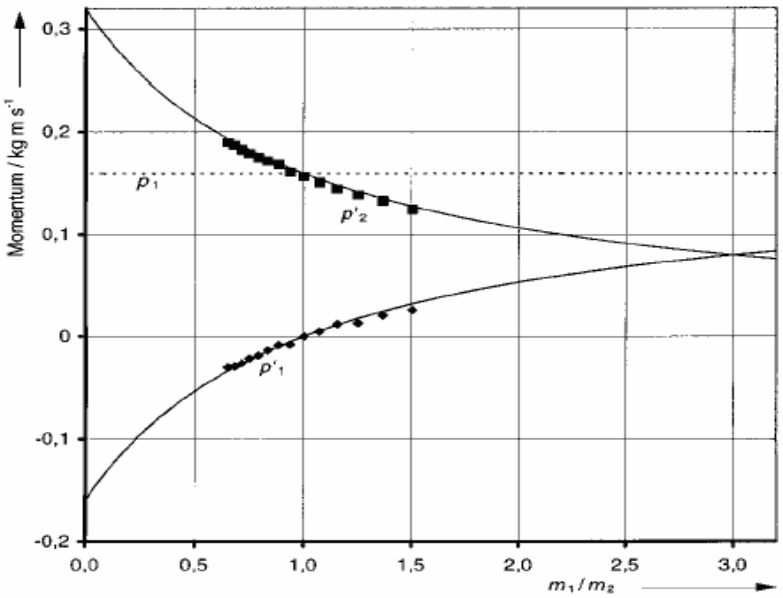


Fig.4: Colisão elástica: momento calculado após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

Montagem e procedimento

A montagem experimental será realizada como mostra a fig. 1. O dispositivo iniciador serve para disparar o corpo. Três energias iniciais, bem definidas e reprodutíveis, podem ser selecionadas com as várias posições do êmbolo. É recomendado que a segunda posição seja utilizada para todas as mensurações.

O momento será determinado pela medida da velocidade do corpo. Para esse propósito, o tempo em que a tela instalada sobre o corpo leva para passar a fronteira da barreira de luz será contado de acordo com:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

(Δs = comprimento da tela, Δt = tempo de sombra).
Conecte as barreiras de luz com os machos de tomada 1 e 3 no cronômetro [conecte os da mesma cor (vermelha e amarela) e os dois terras, um a outro]. Selecione o modo operacional "Collision experiments" (2 setas duplas impressas no painel frontal). Nesse modo, até dois períodos de sombra serão medidos e exibidos para cada barreira de luz.
Quando variar as razões de massa, assegure-se de que as massas adicionais estejam simetricamente alocadas em cada caso. Antes de iniciar as medidas verifique os ajustes do trilho.

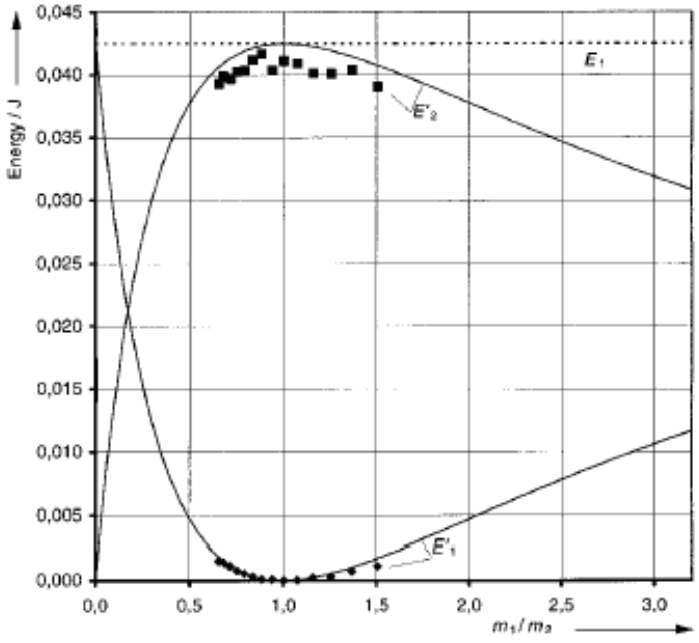


Fig.5 Colisão elástica: energias calculadas após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

Teoria e análise

Na colisão elástica de dois corpos de massas m_1 e m_2, a energia cinética e o momento são conservados:

$$\frac{\vec{p}_1^{\,2}}{2m_1}+\frac{\vec{p}_2^{\,2}}{2m_2}=\frac{\vec{p}'^{\,2}_1}{2m_1}+\frac{\vec{p}'^{\,2}_2}{2m_2} \quad \text{e} \quad \vec{p}_1+\vec{p}_2=\vec{p}_1^{\,'}+\vec{p}_2^{\,'}$$

onde $\vec{p}_1$, $\vec{p}_2$ são os momentos anteriores à colisão e, $\vec{p}_1^{\,'}$, $\vec{p}_2^{\,'}$ posteriores à colisão.

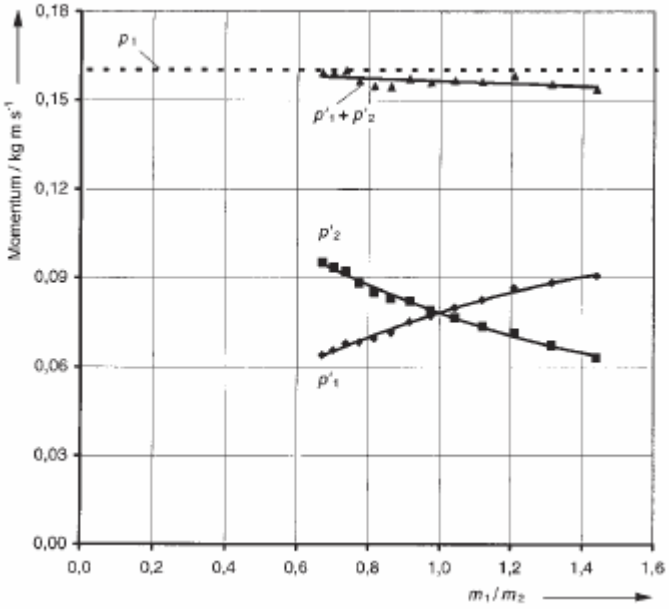


Fig.6: Colisão inelástica: momento após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

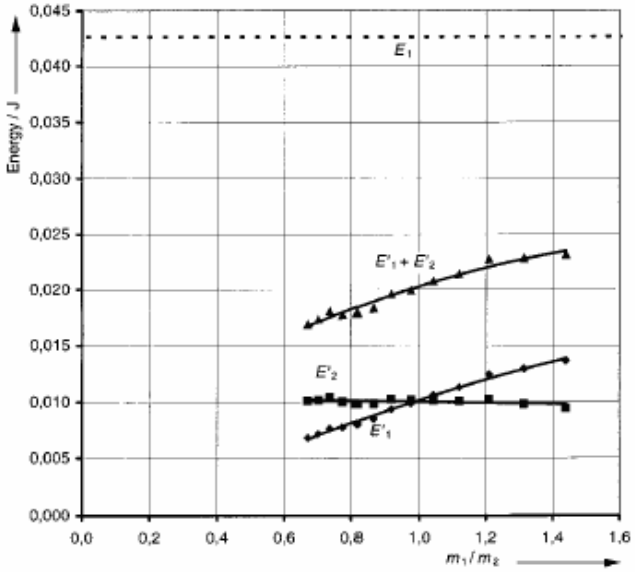


Fig.7: Colisão inelástica: energia após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

Devido à característica unidimensional do movimento, dispensaremos a notação vetorial. Para um choque elástico central com $\vec{p}_2 = \vec{0}$:

$$p_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot p_1 = \frac{1 - \frac{m_1}{m_2}}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \cdot p_1 \quad \text{e} \quad p_2' = \frac{2m_2}{m_1 + m_2} \cdot p_1 = \frac{2}{1 + \frac{m_1}{m_2}} \cdot p_1$$

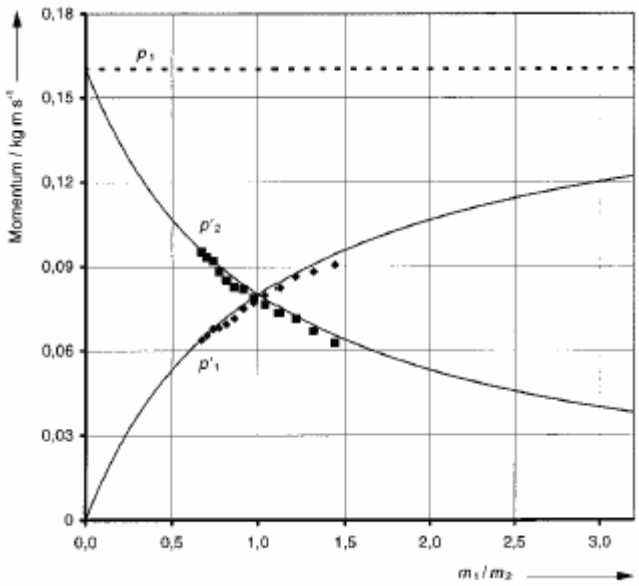


Fig.8: Colisões inelásticas: momento calculado após a colisão em função da razão das massas dos corpos.

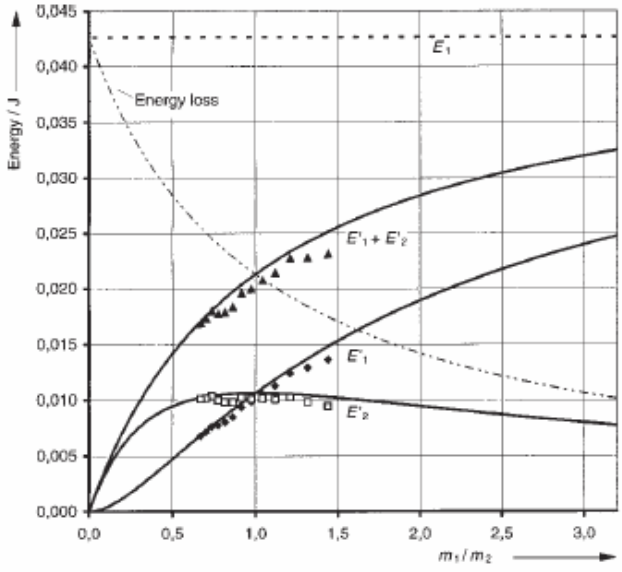


Fig.9: Colisões inelásticas: energias calculadas após a colisão e perda de energia em função da razão das massas dos corpos.

A partir da contribuição do impulso *p*, as energias *E* podem ser calculadas de acordo com $E = p^2 / 2m$:

$$E_1' = -\left(\frac{1-\frac{m_1}{m_2}}{1+\frac{m_1}{m_2}}\right)^2 \cdot E_1 \qquad \text{e} \qquad E_1' = \frac{4}{\left(1+\frac{m_1}{m_2}\right)^2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot E_1$$

As figuras 2 e 3 mostram os resultados para uma determinada amostra. Nesse caso, pode-se reparar que o impulso total e a energia total, antes e após a colisão, exceto por uma pequena perda, são iguais. A comparação dos valores medidos com os valores teóricos (conseqüência das fórmulas acima), pode ser vista nas figuras 4 e 5.

Em uma colisão inelástica, somente o momento é conservado. Além disso, as velocidades após a colisão são iguais:

$$p_1' = \frac{m_1}{m_2} \cdot p_2'$$

Logo,

$$p_1' = \frac{1}{1+\frac{m_2}{m_1}} \cdot p_1$$

$$p_2' = \frac{1}{1+\frac{m_1}{m_2}} \cdot p_1$$

As expressões seguintes foram obtidas para as energias dos dois corpos após a colisão:

$$E_1' = \frac{1}{\left(1+\frac{m_2}{m_1}\right)^2} \cdot E_1 \qquad E_2' = \frac{1}{\left(1+\frac{m_1}{m_2}\right)^2} \cdot \frac{m_1}{m_2} \cdot E_1$$

A avaliação de uma determinada amostra (fig. 6 e 7), mostra que também para uma colisão inelástica o impulso total é conservado; apesar de, dependendo de m_1/m_2, ocorrer uma significativa perda de energia.

As curvas teóricas são comparadas com os valores medidos na fig. 8 e 9. Na fig. 9 a perda de energia é organizada adicionalmente [perda de energia $= E_1 - (E'_1 + E'_2)$]. Perceba que para a razão de massa igual a 1, a energia cinética é reduzida em exatamente 50%.

Queda Livre

Tópicos Relacionados

Movimento em linha reta devido a uma aceleração constante, leis de corpos em queda, aceleração gravitacional.

Fundamentos e tarefas

Uma esfera em queda livre percorre certa distância. O tempo da queda é mensurado, e avaliado a partir de diagramas. E então, a aceleração devido à gravidade pode ser determinada.

Fig.1: Montagem para o experimento da queda livre.

221 – Trilho de ar

Equipamentos p/ este experimento

Aparato para esfera em queda
Unidade de lançamento
Botão de impacto
Contador digital
Base suporte –PASS-
Braçadeira de ângulo reto –PASS-
Sustentador para prato
Cursor, 1 par
Escala métrica, l = 1000 m
Haste para suporte –PASS-, quadrada, l = 1000 mm
Cabos de conexão

Problemas

1. Determinar a relação funcional entre a altura e o tempo da queda (s = s(t)).

2. Determinar a aceleração devida à gravidade.

Montagem e procedimento

A montagem é mostrada na fig. 4. Uma esfera eletricamente conduzida será ajuntada ao mecanismo de lançamento, concluindo assim o circuito iniciador.

A caldeira tubo será ajustada utilizando o parafuso de ajuste, situado abaixo do botão de interrupção, assim um movimento descendente de poucos décimos de milímetro encerra o circuito de parada. A caldeira tubo será erguida manualmente após cada teste (posição inicial).

Para a determinação efetiva da altura de queda, utilizando a marca do mecanismo de lançamento, o raio da esfera deve ser considerado (diâmetro de ¾ de polegada, aproximadamente 19 mm). A força de resistência aerodinâmica da esfera pode ser desprezada.

Teoria e análise

Se um corpo de massa m for acelerado a partir do estado de descanso, em um campo gravitacional constante (força gravitacional $m\vec{g}$), ele exercerá um movimento linear. Aplicando o sistema de coordenadas tal que o eixo x indique a direção do movimento, e resolvendo a equação unidimensional correspondente do movimento:

$$m\frac{d^2h(t)}{dt^2} = m \cdot g$$

Obtemos para as condições iniciais

$$h(0) = 0$$

$$\frac{dh(0)}{dt} = 0$$

a coordenada *h* como uma função do tempo,

$$h(t) = \frac{1}{2}gt^2 \qquad (1)$$

Da linha de regressão dos dados da fig. 3, temos:

$$g = 9{,}76 \cdot \frac{m}{s^2}$$

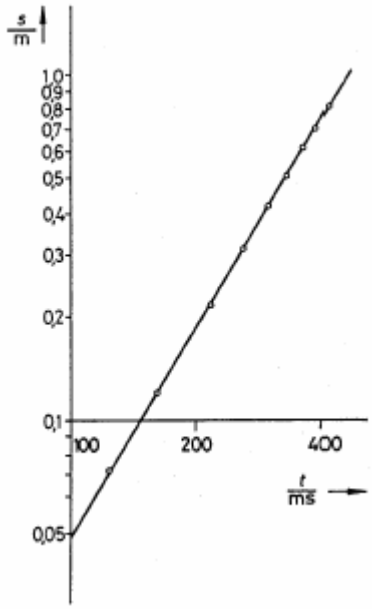


Fig.2: Relação entre a altura de queda e o tempo de queda.

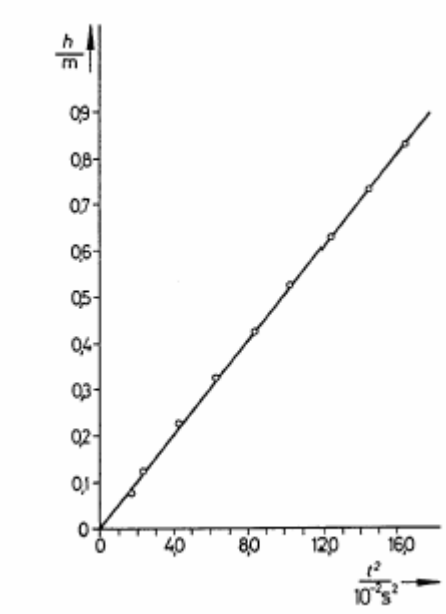


Fig.3: Determinação da aceleração devido à gravidade

221 – Trilho de ar

Queda livre – Experimento feito com interface para computador

Objetivos do experimento

O tempo de queda t é medido em diferentes alturas de queda s. A lei do percurso de tempo da queda livre $s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ é verificada. A partir dos valores medidos, a aceleração g será determinada.

Equipamentos para este experimento

Unidade básica COBRA 3
Fonte de alimentação - 12 V
Cabo de dados RS232
Cronômetro COBRA 3 / software para contador
Aparato para esfera em queda
Fita para medidas, l = 2 m
Tripé, -PASS-
Braçadeira de ângulo reto, -PASS-
Haste para suporte, -PASS-, l = 1000 mm, sq.
Cabos de conexão
PC, WINDOWS® ou superior

Montagem

— De acordo com as figs. 1 e 2.

Fig. 1: Montagem do experimento

— O disparador com a esfera é inicialmente montado a uma distância de aproximadamente 5 a 10 cm do aparador com braço prolongado. Em seguida, aumente a distância à máxima altura possível de queda livre. Quando a esfera for solta sobre a base de teste, o braço do aparador necessita estar prolongado.

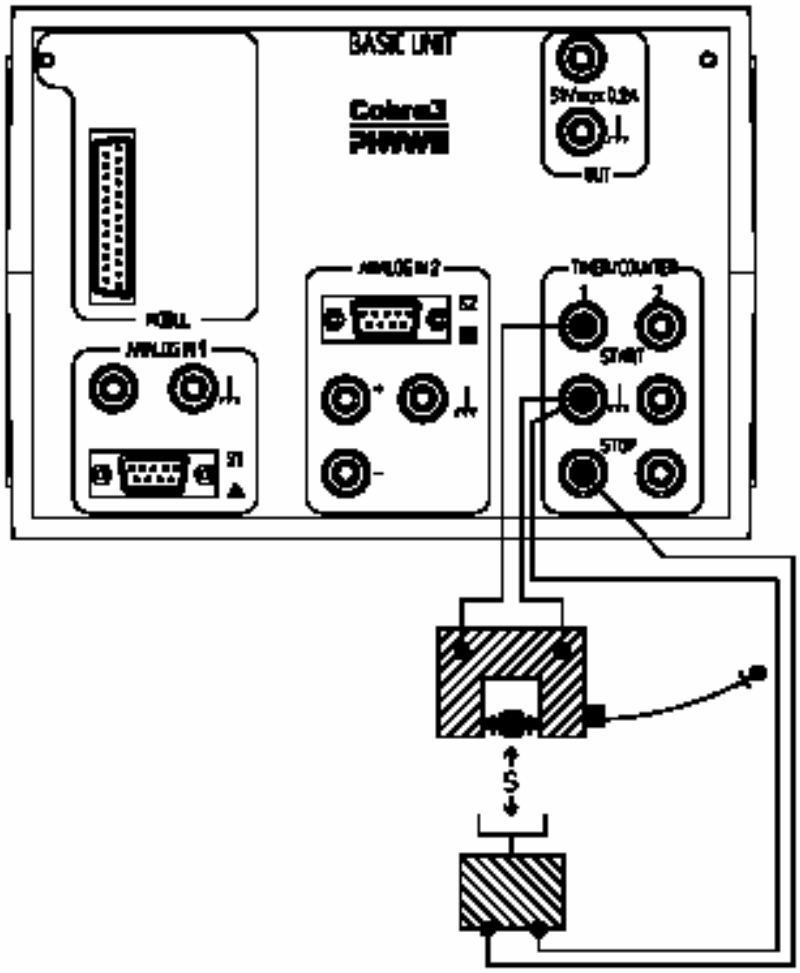


Fig. 2: Diagrama com as respectivas ligações. Se não houver o "start" do cronômetro as ligações no sensor da parte de cima devem ser invertidas.

Procedimentos

Prepare para a altura desejada de queda. Assegure-se de que a altura da queda seja a distância da superfície do aparador prolongado até a superfície inferior da esfera de aço.

— Comece a gravar os valores medidos utilizando os parâmetros da fig. 3.

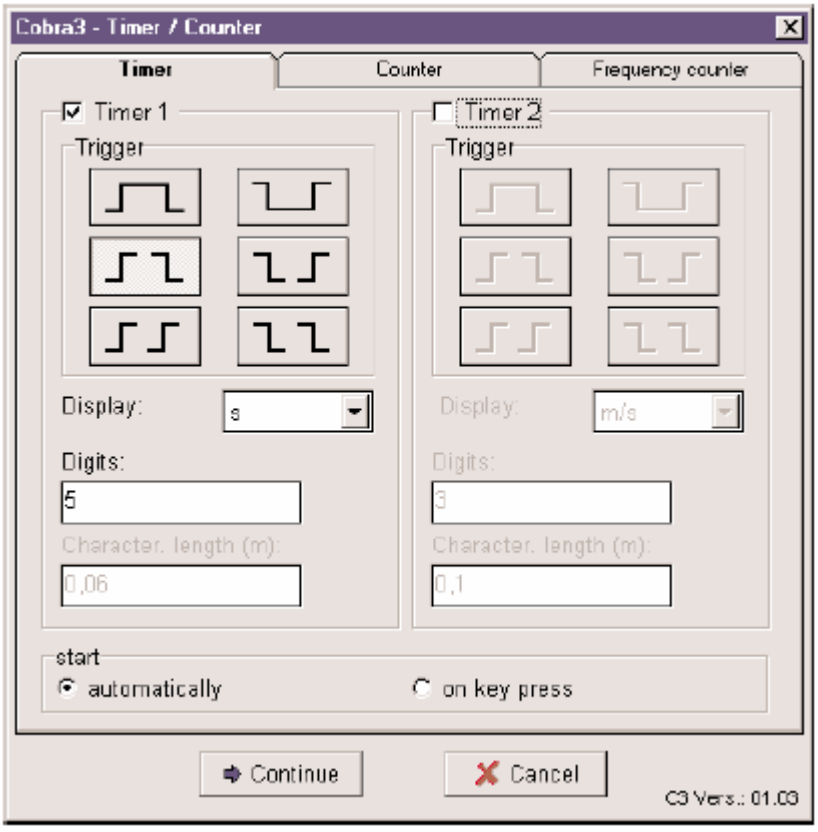


Fig. 3: Parâmetros para as medidas.

— Para testar a lei de percurso de tempo é prudente estabelecer as seguintes alturas de queda: s = 80 cm, 20 cm e 5 cm. Meça o tempo de queda para cada altura s diversas vezes, e então calcule a média. Após completar uma medida simples, execute os seguintes passos para obter um novo valor medido:

1. Prenda a esfera e fixe-a na posição.
2. Levante (prolongue) o aparador.
3. Libere a esfera → novo valor medido.

Resultados

— A lei de percurso de tempo para queda livre é a seguinte:

$$s(t)=\frac{1}{2}\cdot g\cdot t^2 .$$

A distância

$$s_0 = s(t_0)=\frac{1}{2}\cdot g\cdot {t_0}^2$$

é ultrapassada após o tempo t_0 .
No tempo t_0 /2 a esfera cai uma distância de

$$s(\frac{t_0}{2})=\frac{g}{2}\cdot(\frac{t_0}{2})^2=\frac{1}{4}\cdot\frac{g}{2}{t_0}^2=\frac{1}{4}s_0$$

e no tempo t_0 /4 a esfera cai uma distância de

$$s(\frac{t_0}{4})=\frac{g}{2}\cdot(\frac{t_0}{4})^2=\frac{1}{16}\cdot\frac{g}{2}{t_0}^2=\frac{1}{16}s_0$$

Ao selecionar as distâncias de queda em uma razão de 1 : 1/4 : 1/16, o tempo de queda correspondente deverá ser 1 : 1/2 : 1/4. Na tabela 1, resultados típicos de medidas são fornecidos. Faz-se perceptível que a correlação acima mencionada, entre o tempo de queda e a queda, existe.

— De acordo com: $g=\frac{2s}{t^2}$

para cada distância de queda *s*, a aceleração efetiva da gravidade *g* pode ser calculada. Esses valores também se encontram na tabela 1.

Tabela 1

	s = 80 cm	s = 20 cm	s = 5 cm
t/s	0.40429	0.20212	0.10118
t/s	0.40440	0.20197	0.10089
t/s	0.40439	0.20206	0.10116
t/s	0.40491	0.20213	0.10083
valor médio t/s	0.40450	0.20207	0.10102
razão dos valores médios	4.004	1.997	1
g /(m/s²)	9.779	9.796	9.799

Observações

A lei de velocidade de tempo pode amiúde ser verificada com esses valores medidos, se se assumir a velocidade média como:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{g}{2} t = g t' \quad \Rightarrow \quad \frac{t}{t'} = \frac{2g}{g} = 2$$

correspondendo à velocidade instantânea v , após o tempo de queda $t' = t / 2$.

Tabela 2

	s = 80 cm	s = 20 cm	s = 5 cm
média t/s	0.40450	0.20207	0.10102
$t' = t / 2$	0.20225	0.10104	0.05051
razão dos tempos t'	4.004	2.0004	1
velocidade média v /(m/s)	1.978	0.990	0.495
$g = v / t'$	9.780	9.798	9.800

221 – Trilho de ar

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP

MOVIMENTO LINEAR

Objetivos do experimento

Um planador é repetidamente acelerado pelo sistema iniciador mecânico a uma velocidade constante. Ao variar a distância do sistema iniciador, as respectivas velocidades média e a instantânea serão determinadas.

Equipamentos para este experimento

Unidade básica COBRA3
Fonte de alimentação 12 V
Cabo de dados RS232
Cronômetro COBRA3 / software para contador
Trilho de ar, conjunto básico
Barreira de luz, compacta
Sistema iniciador, mecânico, com disparador
Imã com encaixe para sistema iniciador
Ventilador
Tubo de pressão, l = 1.5 m
Cinta para medidas, l = 2 m
Haste para suporte, aço inoxidável, l = 500 mm
Peso vazado, 50 g, preto
Peso vazado, 10 g, preto
Base em formato de barril, -PASS-
Braçadeira de ângulo reto
Cabos de conexão
PC, WINDOWS® ou superior

Montagem

De acordo com as figs. 1 e 2.

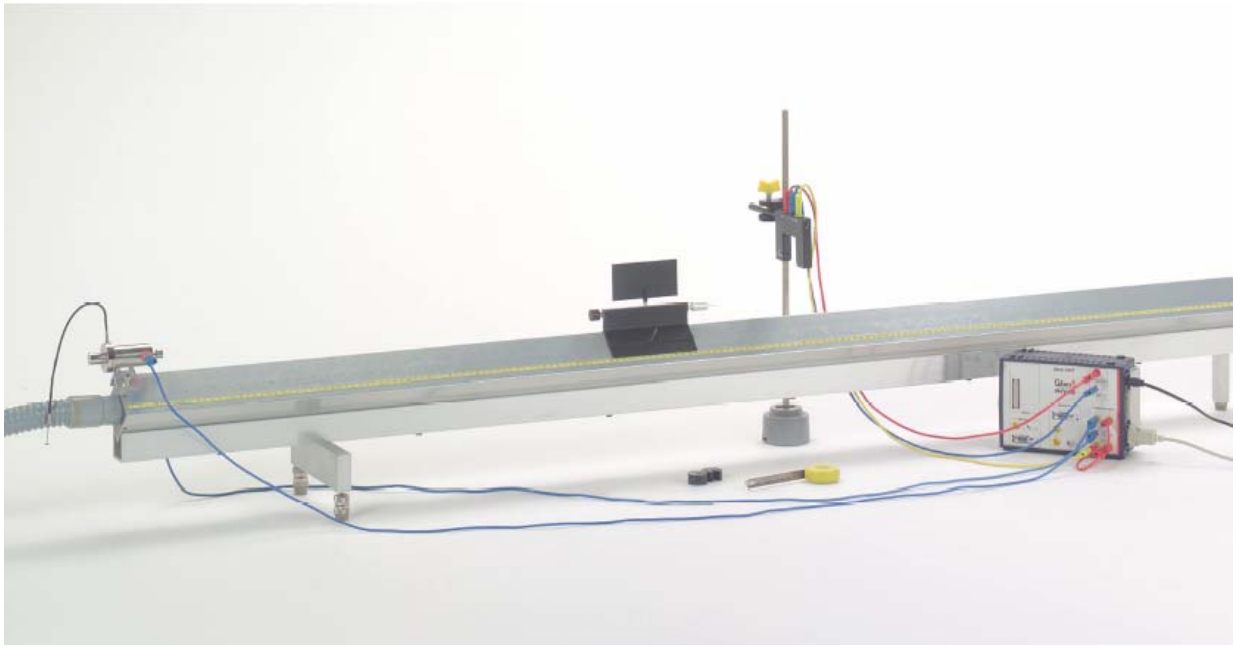


Fig. 1: montagem do conjunto ligado à interface para computador.

Procedimento

— Inicie o programa “Timer / Counter” e ajuste os parâmetros para as medidas de velocidade, como indicado na fig. 3.

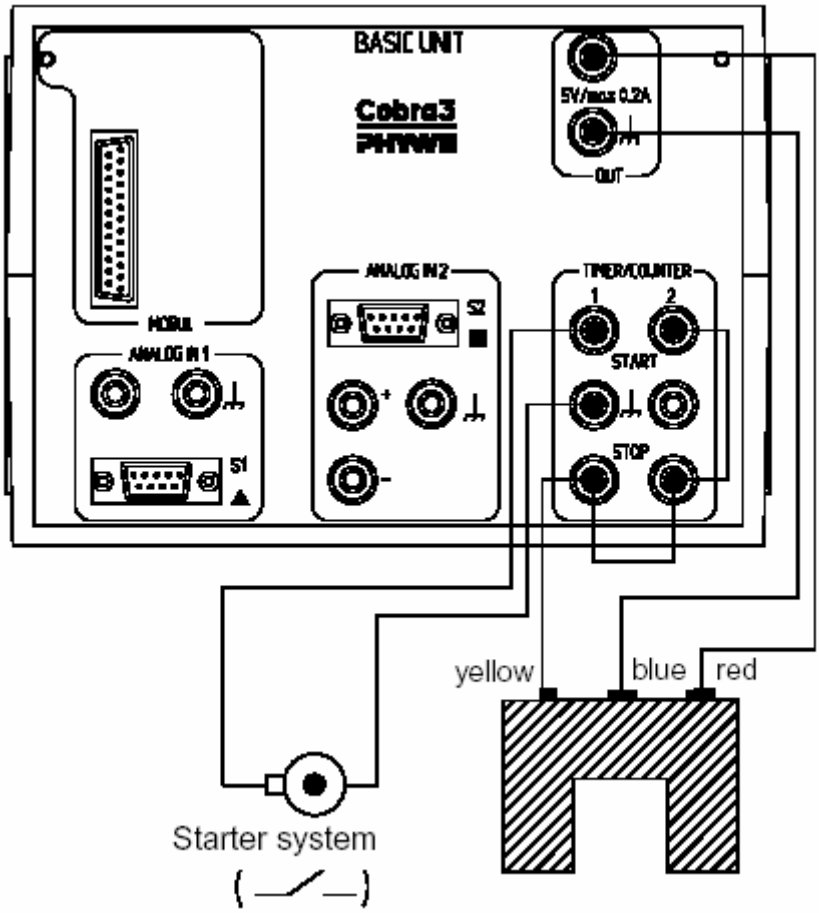


Fig. 2: esquema das ligações.

— Carregue o planador com um número arbitrário de pesos esculpidos: Sempre ponha o mesmo número de pesos em ambos os lados do planador, prevenindo-o que se incline.

— Disponha as barreiras de luz sucessivamente em várias posições junto ao trilho de ar. As seguintes distâncias (do limite de proximidade da tela ao limite final da barreira de luz) são recomendadas: 0.2; 0.4; 0.6; 0.8; 1.0; 1.2; 1.4 m.

— Sobreponha a tela de 10 cm ao planador.

— Ajuste a trilho de ar até esse estar em um plano uniforme horizontal.

— Comece a gravar os valores medidos, como na fig. 3. Na janela "Characteristic Lenght", entre a distância que o planador deve cobrir, desde o princípio até a barreira de luz, para *Timer 1;* para o *Timer 2* entre com o comprimento da tela (e.g. 0.1 m).

— Para cada nova posição, repita a medida aproximadamente cinco vezes e, anote os valores obtidos.
Atenção! Assegure-se de que a mesma posição de travamento no sistema iniciador, seja sempre utilizada para as medidas repetidas!

— É aconselhável executar séries correspondentes de medidas com níveis de energia 2 e 3, no sistema iniciador.

Resultados

— *Timer 1* mede a velocidade média do planador a partir do momento de início até o alcance da barreira de luz. *Timer 2* mede a velocidade instantânea quando na barreira de luz, pois determina o tempo que a tela requer para atravessar a barreira de luz.

— A tabela mostra um típico conjunto de medidas:
onde

$v_1 \ldots v_4$ Medidas individuais das velocidades médias.

$v_d = v_1 + v_2 + v_3 + v_4 / 4$
Média das velocidades médias.

v_m Valor médio da velocidade instantânea medida, para uma distância fixa percorrida.

— A tabela mostra que tanto as velocidades médias, quanto as velocidades instantâneas, para qualquer distância arbitrária, são constantes no sistema fornecido, dentro dos limites de acuidade das medidas.

Observações

Quando o ventilador for ligado ou desligado erroneamente, pulsações podem ser gravadas; essas aparecerão como valores medidos de velocidades altas.

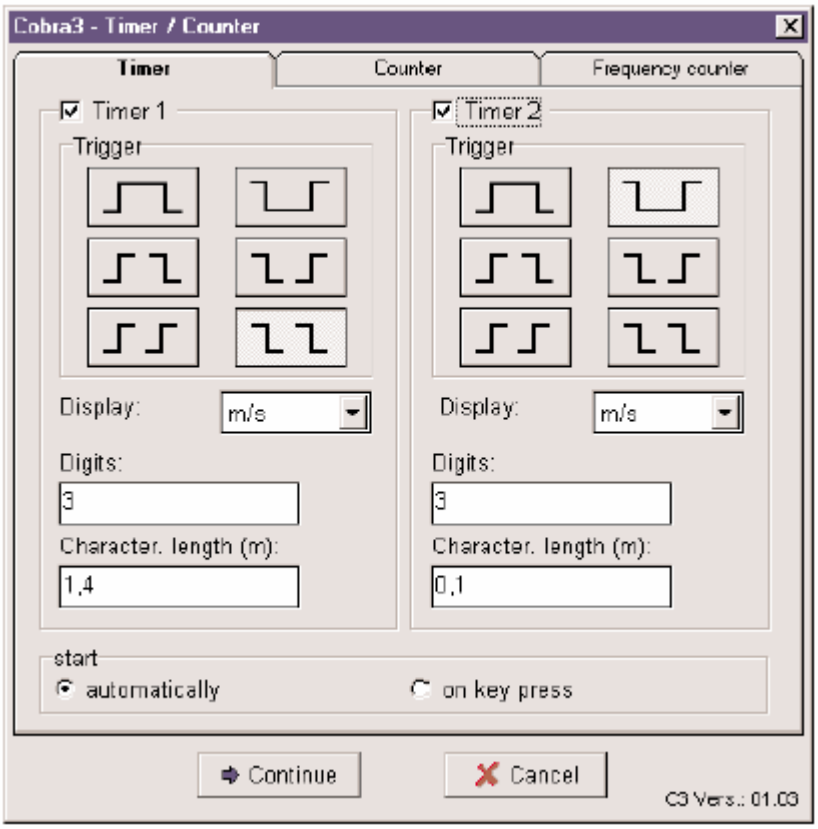


Fig. 3: parâmetros recomendados para efetuar as medidas. O disparo do *Timer 1* antes do acionamento do disparador pode significar mau aterramento do sistema. Nesses casos, repetir o procedimento até se conseguir a medida desejada.

Tabela

Distância percorrida / m	**v_1 / (m/s)**	**v_2 / (m/s)**	**v_3 / (m/s)**	**v_4 / (m/s)**	**v_d / (m/s)**	**v_m / (m/s)**
0,2	0,389	0,392	0,388	0,388	0,389	0,386
0,4	0,385	0,384	0,386	0,389	0,386	0,388
0,6	0,387	0,387	0,383	0,386	0,386	0,385
0,8	0,379	0,387	0,387	0,391	0,386	0,383
1,0	0,389	0,386	0,387	0,386	0,387	0,388
1,2	0,382	0,381	0,391	0,393	0,387	0,387
1,4	0,387	0,395	0,390	0,383	0,389	0,386

221 – Trilho de ar

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP

Objetivos do experimento – Estudo das colisões utilizando a interface COBRA3

I - Colisão elástica

Utilizando duas barreiras de luz, a velocidade dos planadores em colisão é medida e avaliada, antes e após a colisão, com o auxílio das duas entradas para cronômetros do COBRA 3.

Equipamentos para este experimento

Unidade básica COBRA 3
Fornecedor de energia, 12 V
Cabo de dados RS232
Cronômetro COBRA 3 / software para contador
Trilho de ar, conjunto básico
Sistema iniciador, mecânico, com gatilho
Imã com encaixe para sistema iniciador
Barreira de luz, compacta
Ventilador
Tubo de pressão, l 1.5 m
Verga para suporte, aço inoxidável, l = 500 mm
Peso esculpido, 50 g, preto
Peso esculpido, 10 g, preto
Base em formato de barril, -PASS-
Braçadeira de ângulo reto
Imã com encaixe para sistema iniciador
Sistema iniciador, mecânico, com gatilho
Cabos de conexão
PC, WINDOWS® ou superior

Montagem

De acordo com as figuras 1 e 2.

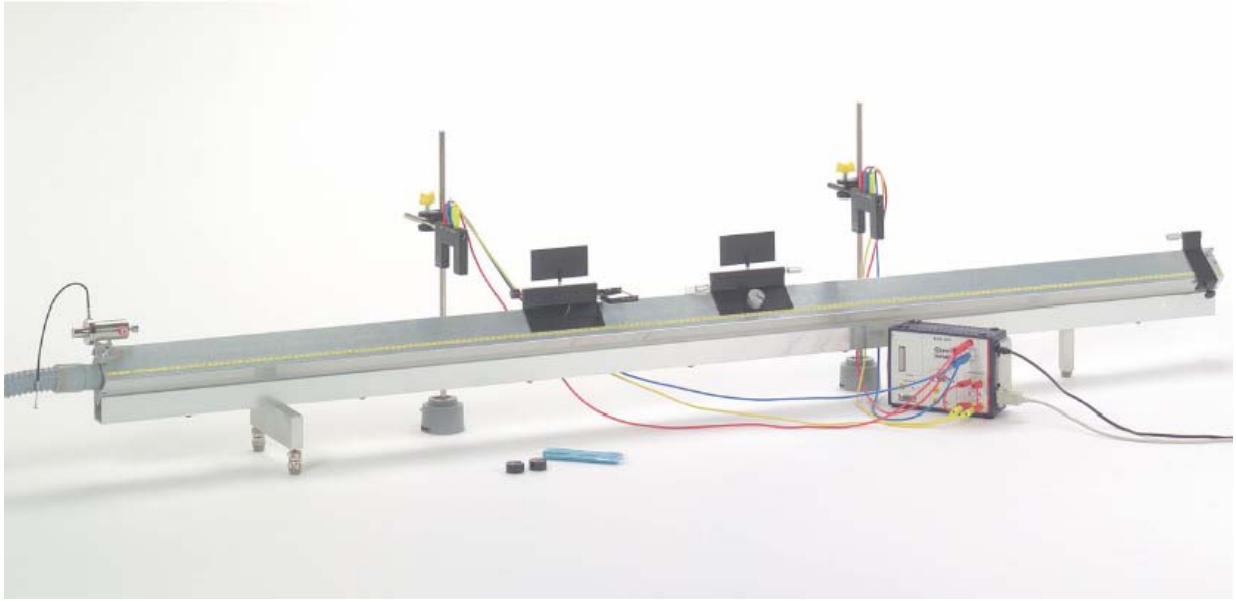


Fig. 1: montagem do experimento.

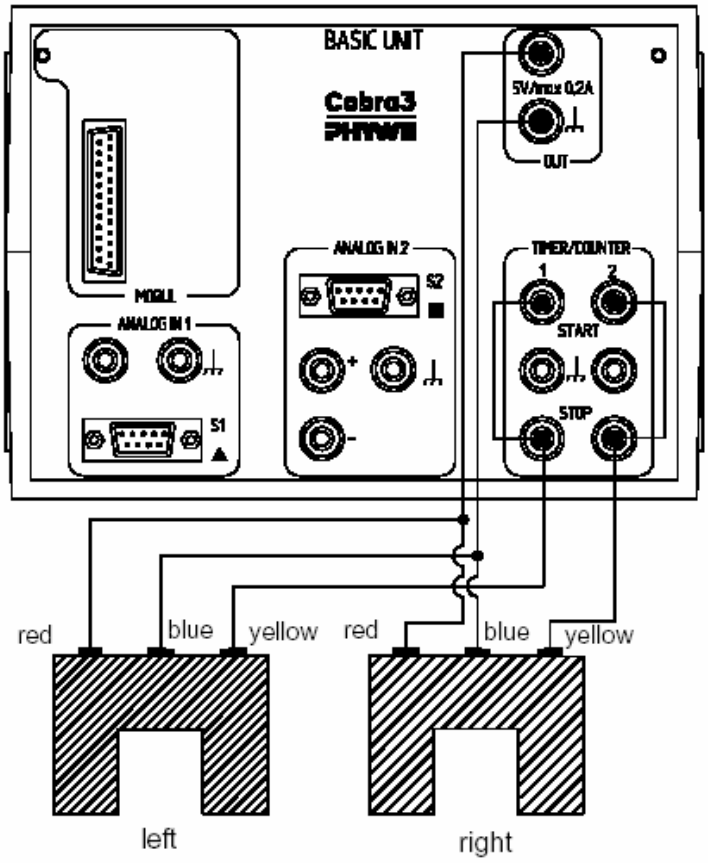


Fig. 2: Diagrama das ligações.

Procedimentos

— Inicie o programa “Timer / Counter” e ajuste os parâmetros de medidas para as mensurações de velocidade, tal e qual a fig. 3.

— Carregue o planador com um número arbitrário de pesos esculpidos: Sempre ponha o mesmo número de pesos em ambos os lados do planador, prevenindo-o que se incline.
— Disponha a barreira de luz, que está conectada na tomada do cronômetro 1, à esquerda na marca de 60 cm. Posicione a barreira de luz que está conectada na tomada do cronômetro 2, à direita na marca de 140 cm.

— Encaixe as telas de 10 cm nos planadores.

— Ajuste a trilho de ar até esse estar nivelado na horizontal. Permita ao planador mover-se e passar pelas duas barreiras de luz, no intuito de determinar se há um gradiente de velocidade. Se necessário, reajuste o trilho de ar.

— Comece a gravar os valores mensurados, novamente como na fig. 3, no intuito de apagar todos os resultados previamente mensurados.

— Insira o garfo com a fita de borracha dentro do orifício mais baixo de um planador, e o prato com tomada dentro do orifício mais baixo do outro planador. Os orifícios mais baixos foram escolhidos para que a transferência de força, ocorra com a maior proximidade da altura do centro de gravidade dos planadores.

— Posicione os dois planadores em extremos opostos do trilho de ar, e dê-lhes um leve empurrão em direção ao meio do trilho.

— Em princípio, as duas barreiras de luz servem para medir as velocidades dos planadores antes da colisão. É imprescindível que a colisão ocorra entre as barreiras de luz. No caso de uma colisão elástica, os dois planadores invertem suas respectivas direções e, passam novamente pelas barreiras de luz, que agora irão medir as velocidades após a colisão.

— Anote os valores medidos, e repita a operação com planadores de diferentes massas, caso se queira um experimento mais detalhado.

Resultados

— Sendo o impulso e a velocidade de um planador quantidades vetoriais, as velocidades mensuradas necessitam de sinais. Um planador que se move da esquerda para a direita, i.e. a direção crescente das marcas em cm, terá uma velocidade positiva; a recíproca é tácita.
— A tabela mostra um típico exemplar de mensuração:
Os vários resultados intermediários podem, e.g., ser calculados com a calculadora integrada ao WINDOWS®.
— Dentro do sistema fornecido na precisão das medidas, a validade das leis de conservação de momento e energia são verificadas.

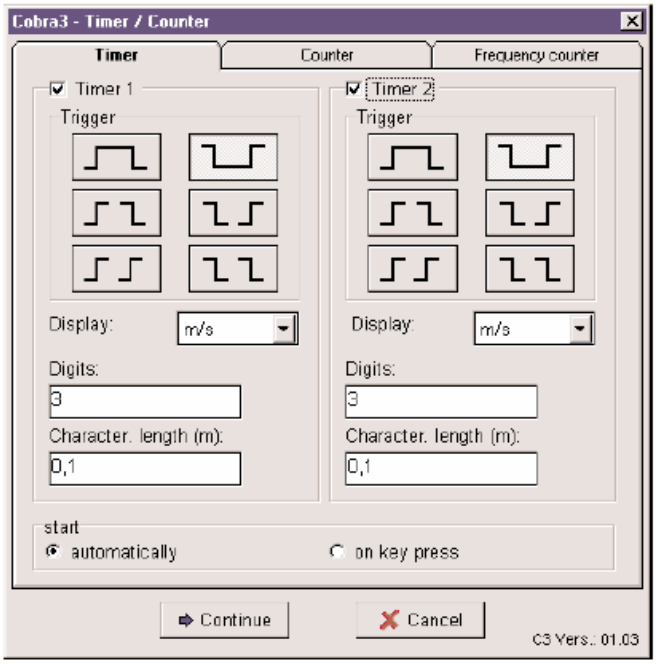


Fig. 3: parâmetros para a medidas de velocidade.

Tabela

	Planador da esquerda	Planador da direita
Massa / kg	0.2104	0.3006
Velocidade antes da colisão / (m/s)	0.546	– 0.562
Velocidade após a colisão / (m/s)	– 0.736	0.330
Momento antes da colisão / (kgm/s)	0.1149	– 0.1689
Momento após a colisão / (kgm/s)	– 0.1549	0.0992
Soma dos momentos antes da colisão / (kgm/s)	– 0.0541	
Soma dos momentos após a colisão / (kgm/s)	– 0.0557	
Energia cinética antes da colisão / Nm	0.0314	0.0475
Energia cinética após a colisão / Nm	0.0570	0.0164
Soma das energias cinéticas antes da colisão / Nm	0.0788	
Soma das energias cinéticas após a colisão / Nm	0.0734	

Observações

— Devido à extensão finita do tempo de sombra nas barreiras de luz, a dispersão individual, que é um resultado da tolerância do *design*, pode ocorrer quando a barreira de luz for obscurecida e reexposta. Uma acuidade de aproximadamente 3% pode ser esperada na mensuração de velocidade. Posto que cado planador interrompa a mesma barreira de luz por duas vezes, ao testar a lei de momento, o erro total no cálculo do momento acresce de aproximadamente 12%.

— Quando o ventilador for ligado ou desligado erroneamente, pulsações podem ser gravadas; essas aparecerão como valores medidos de velocidades altas.

— O curso do experimento pode ser modificado para se obter outras variações, e.g. colisão inelástica, colisão de um planador com um planador em repouso,...

— Assegure-se que a fita de borracha não esteja pouco esticada para, durante a colisão, a base do garfo de um veículo não tocar a base do outro.

— Se a velocidade dos planadores for muito alta, eles podem entrar em contato com o trilho durante a colisão, e assim perder energia.

— Velocidades muito baixas resultam em erros relativos muito maiores, especialmente nos casos com fitas de borracha ressequidas, que ficam com pouca elasticidade.

II – Colisão inelástica

Utilizando duas barreiras de luz, a velocidade dos planadores em colisão é medida e avaliada, antes e após a colisão, com o auxílio das duas entradas para cronômetros do COBRA 3.

Equipamentos para este experimento

Unidade básica COBRA 3
Fornecedor de energia, 12 V
Cabo de dados RS232
Cronômetro COBRA 3 / software para contador
Trilho de ar, conjunto básico
Tubinho encaixável no planador
Plasticina (massa de modelar)
Encaixe com extremidade em agulha p/ atracamento
Sistema iniciador, mecânico, com gatilho
Imã com encaixe para sistema iniciador
Plasticina
Barreira de luz, compacta
Soprador
Tubo de pressão, l 1.5 m
Verga para suporte, aço inoxidável, l = 500 mm
Peso esculpido, 50 g, preto
Peso esculpido, 10 g, preto
Base em formato de barril, -PASS-
Braçadeira de ângulo reto
Imã com encaixe para sistema iniciador
Sistema iniciador, mecânico, com gatilho
Cabos de conexão
PC, WINDOWS® ou superior

Montagem

De acordo com as figuras 1 e 2.

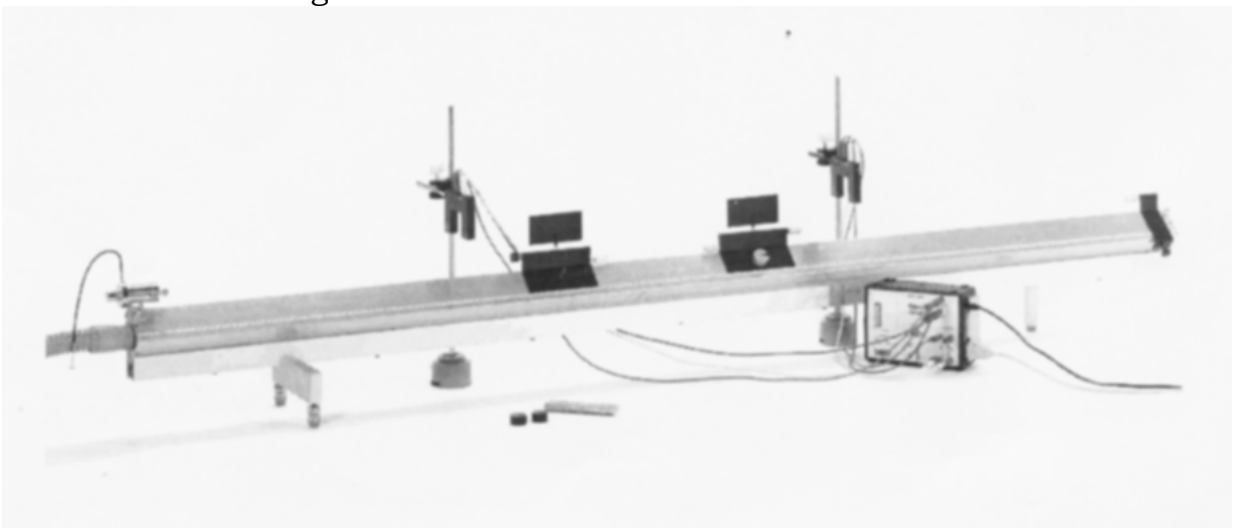


Fig. 1: montagem do experimento.

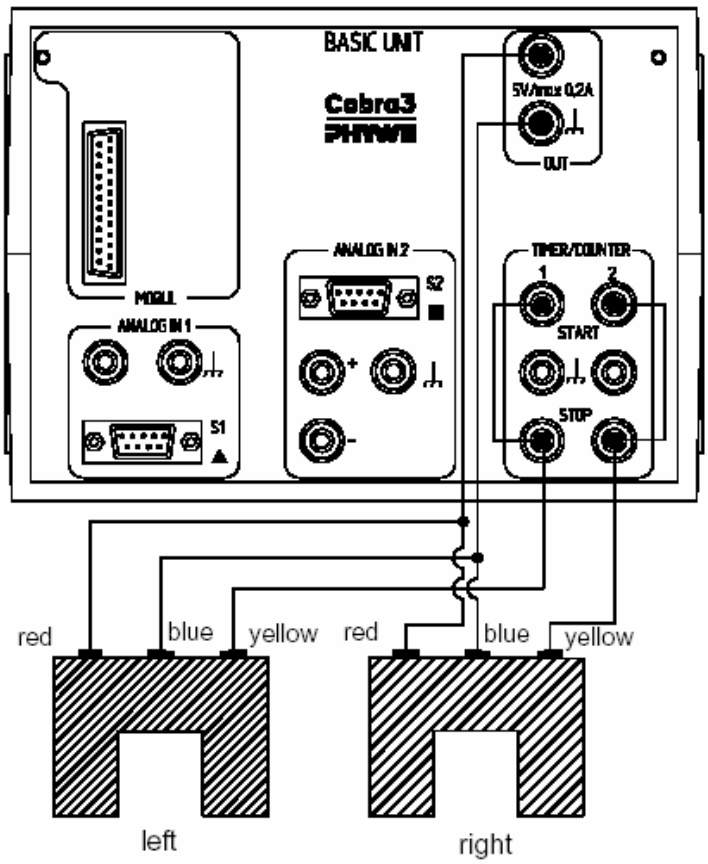


Fig. 2: Diagrama das ligações.

Procedimentos

— Inicie o programa Measure® no *gauge* "Timer / Counter" e ajuste os parâmetros de medidas para as mensurações de velocidade, tal e qual a fig. 3.

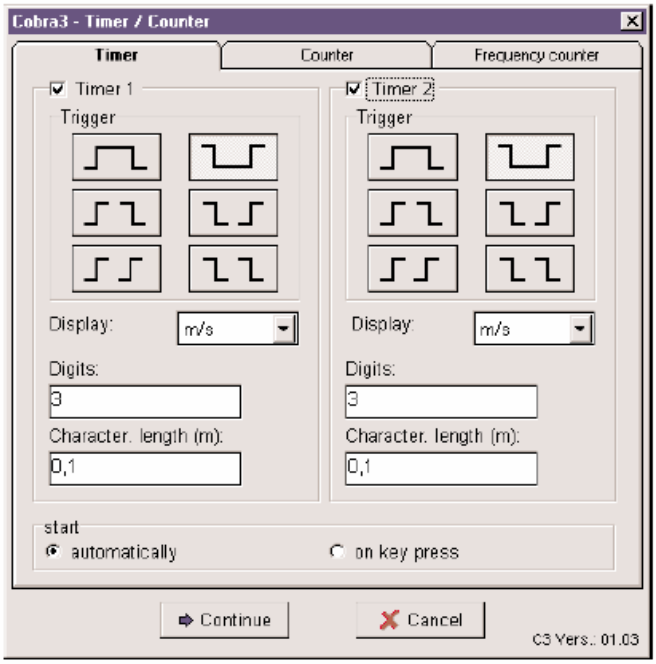


Fig. 3: parâmetros para a medidas de velocidade.

— Encaixe o pino com extremidade em agulha no furo inferior de um dos planadores e o tubinho no outro. Preencha o tubinho com plasticina (massa de modelar). A escolha dos furos inferiores foi feita de forma que as forças trocadas na colisão situem-se tão próximas quanto possível do centro de massa dos planadores.
— Carregue os planadores com um número arbitrário de pesos esculpidos: Sempre ponha o mesmo número de pesos em ambos os lados do planador, prevenindo-se para que ele não se incline.
— Disponha a barreira de luz, que está conectada na tomada do cronômetro 1, à esquerda na marca de 60cm. Posicione a barreira de luz que está conectada na tomada do cronômetro 2, à direita na marca de 140cm.
— Encaixe as telas de 10 cm nos planadores.
— Ajuste a trilho de ar até esse estar nivelado na horizontal. Permita ao planador mover-se e passar pelas duas barreiras de luz, no intuito de determinar se há um gradiente de velocidade. Se necessário, reajuste o trilho de ar.
— Comece a gravar os valores mensurados, novamente como na fig. 3, no intuito de apagar todos os resultados previamente mensurados.
— Posicione os dois planadores em extremidades opostas do trilho dê um pequeno empurrão em cada um deles para que se encontrem aproximadamente no ponto médio do trilho. Se as massas dos planadores forem muito próximas, certifique-se de imprimir uma velocidade um pouco

maior em um deles antes da colisão para que não resultem praticamente parados após o choque.

— Inicialmente, as duas barreiras foto-elétricas medirão as velocidades dos planadores antes da colisão. É imprescindível que a colisão ocorra entre as barreiras. Como no caso da colisão inelástica os planadores ficarão juntos após o choque, a barreira foto-elétrica que estiver no percurso posterior que farão registrará dois tempos de sombra, correspondentes às duas telas que passarão por ela. As duas velocidades assim obtidas devem estar muito próximas. A média aritimética dessas medidas pode ser usada.

— Anote os valores medidos e repita o experimento usando outros valores de massas nos planadores, se desejar.

Resultados

— Sendo o impulso e a velocidade de um planador quantidades vetoriais, as velocidades mensuradas necessitam de sinais. Um planador que se move da esquerda para a direita, i.e. a direção crescente das marcas em cm, terá uma velocidade positiva; a recíproca é tácita.

— A tabela mostra um típico exemplar de mensuração:

Os vários resultados intermediários podem, e.g., ser calculados com a calculadora integrada ao WINDOWS®.

Tabela

	Planador da esquerda	Planador da direita
Massa / kg	0,2104	0,3006
Velocidade antes da colisão / (m/s)	0,206	– 0,670
Velocidade após a colisão / (m/s)	– 0,295	– 0,295
Momento antes da colisão / (kgm/s)	0,0433	– 0,2014
Momento após a colisão / (kgm/s)	– 0,0621	– 0,0887
Soma dos momentos antes da colisão / (kgm/s)	– 0,1581	—
Soma dos momentos após a colisão / (kgm/s)	– 0,1508	—
Energia cinética antes da colisão / Nm	– 0,0045	0,0675
Energia cinética após a colisão / Nm	0,0092	0,0131
Soma das energias cinéticas antes da colisão / Nm	0,0719	—
Soma das energias cinéticas após a colisão / Nm	0,0222	—

— Dentro do sistema fornecido na precisão das medidas, a validade da lei de conservação do momento linear é verificada. Como a colisão é inelástica, obviamente não se verifica a conservação da energia cinética, mas sim uma redução drástica em seu valor.

Observações

— Devido à extensão finita do tempo de sombra nas barreiras de luz, a dispersão individual, que é um resultado da tolerância do *design*, pode ocorrer quando a barreira de luz for obscurecida e reexposta. Uma acuidade de aproximadamente 3% pode ser esperada na mensuração de velocidade. Posto que cado planador interrompa a mesma barreira de luz por duas vezes, ao testar a lei de momento, o erro total no cálculo do momento acresce de aproximadamente 12%.

— Quando o ventilador for ligado ou desligado erroneamente, pulsações podem ser gravadas; essas aparecerão como valores medidos de velocidades altas.

— Se as velocidades dos planadores forem muito altas, eles podem entrar em contato com o trilho durante a colisão, e assim perder energia.

— Velocidades muito baixas resultam em erros relativos muito maiores.
— O tubinho preenchido com plasticina precisa ser completado após cerca de três colisões a fim de assegurar-se que as colisões sejam realmente inelásticas.

221 – Trilho de ar

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP

Disparador – Instruções de operação

Finalidade e aspectos característicos

O sistema iniciador é utilizado em conjunção com o trilho de ar 11202.17. Ele pode ser utilizado tanto para fornecer à cabeça deslizadora um impulso inicial definido e constante, como também para segurar a cabeça deslizadora na posição inicial (sem impulso algum) e, quando o gatilho for acionado, liberá-la ao mesmo tempo em que dispara um contador eletrônico.
Essa unidade tem a característica de uma catapulta e, pode ser acoplada ao trilho de ar. Um pistão é pressionado dentro da carcaça da catapulta, e acelera um cilindro ferromagnético quando o gatilho for acionado. A velocidade final do cilindro pode ser ajustada a uma das três possibilidades, variando-se a compressão do pistão.
No momento do lançamento, um contato com o botão é feito: tal contato inicia um contador.
O planador do trilho de ar será fixada ao dispositivo iniciador com a ajuda de um suporte magnético e uma tomada 11202.14, antes de se iniciar o experimento.
O engatilhamento é efetuado com a ajuda de um parafuso no cabo liberador que acompanha o conjunto.

Operação

O sistema iniciador é fixado ao final do trilho de ar com dois parafusos, supridos no conjunto do trilho de ar, 11202.17. De acordo com o tipo de utilização, o dispositivo pode ser montado em um ou outro sentido.

Transmissão dos impulsos iniciais ao planador

Aqui, o que se assemelha a um pistão, deve ser empurrado para dentro do disparador. O pistão será empurrado até o local de parada desejado e, o planador ficará encostado ao pistão tendo a ajuda de um imã de suporte. Agora o planador pode ser lançada pelo cabo liberador. Ao se repetir o experimento sob as mesmas condições, i.e. com a mesma massa do planador e a mesma compressão da mola propulsora, a mesma velocidade inicial será obtida, dentro de uma estreita margem de erro.

2.2 Lançando um planador sem impulso inicial

Se o planador estiver a ser lançada com a ajuda do sistema iniciador, porém sem algum impulso inicial aplicado (e.g. em experimentos onde haja movimento acelerado uniforme), o sistema iniciador deve ser montado sobre o trilho de ar de maneira invertida. Assim, a conexão do tubo 2, localizada diametralmente oposta ao pistão, apontará para o centro do trilho.
O pistão deve ser inserido ao centro de relaxamento de parada, e o planador com o ímã escorregadio de suporte empurrada até a conexão do tubo. Nessa posição, há somente uma pequena camada de ar entre o cilindro ferromagnético, dentro do tubo do sistema iniciador, e o ímã de suporte, assim o planador estará mecanicamente segura ao sistema iniciador. A força de retesamento é superior a 0.2 N, i.e. o planador estará presa na posição com pesos de aceleração engatados de até 20g. Ao acionar o gatilho, o cilindro ferromagnético voltará a posição inicial e liberará o planador.

2.3 Conectando a um contador eletrônico

Localizados ao lado do sistema iniciador, encontram-se dois soquetes de 4mm que podem ser conectados a um contador eletrônico. Sob tensão, os dois soquetes separam-se eletricamente. No momento de se acionar o gatilho, os soquetes estão eletricamente em curto-circuito; o curto-circuito permanecerá enquanto o sistema iniciador estiver na posição de descanso.
Qualquer contador digital PHYWE pode ser utilizado. O sistema iniciador deve ser aplicado à porta de entrada “Start”. Deve-se tomar cuidado para haver conformidade com as instruções operacionais apropriadas, assim se assegura que o contador comece quando o sistema iniciador fizer contato. Como referência, pode-se utilizar o esquema de conexão que é feito quando se usa a interface COBRA3.

Montagem

O sistema iniciador pode também ser armado sobre versões anteriores do trilho de ar, 11202.01, ajustado com os bloqueadores das extremidades. Nesse caso, os parafusos fixadores devem ser afrouxados para a remoção e em seguida se fixar firmemente o sistema iniciador na mesma posição.

LITERATURA SOBRE OS EXPERIMENTOS SUGERIDOS

University Laboratory Experiments, vol. 1
(experimentos 1.2.1, 1.2.13, 1.2.14).
Handbuch “COMEX Luftkissenbahn” 01171.01
Versuchseinheit Lineare Bewegung 16001.01

Trilho de ar - Equipamento básico

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP

1 - Finalidade e características

Com sua extremamente baixa fricção, o equipamento trilho de ar 11202.77 é idealmente adequado para investigações em cinemática e comportamento dinâmico em movimento em linha reta. O principal componente desse equipamento é o trilho de ar 11202.77 de 2 m de comprimento no qual inúmeros experimentos podem ser realizados com a ajuda de peças separadas incluídas no 11202.77. A relação entre deslocamento, tempo, velocidade, e aceleração bem como a junção dinâmica destas quantidades pode ser determinada em experimentos impressionantes. Equipamento eletrônico complementar de medição (barreiras de luz, cronômetros eletrônicos, sistemas computadorizados de medição) são necessários para a medição de tempo.

2 - Descrição

O equipamento básico trilho de ar 11202.77 consiste nas seguintes peças individuais:

1 - Trilho de ar 11202.17

O trilho é formado por um tubo de alumínio de 2m de comprimento em forma de cruz- seccional quadrada (63 mm × 63mm). O trilho termina no final do tubo; a face no início do trilho tem uma abertura de (d = 40mm) para a conexão de um soprador 13770.93 através de um tubo de pressão 11205.01. As duas superfícies relativas aos planadores, cujas quais possuem duas fileiras de orifícios e que são deslocados em conformidade um com outro; diâmetro do orifício 1mm, separação 20mm. Um ar-coxim é formado embaixo dos planadores os quais são posicionados nos trilhos pelo ar comprimido emitido, para que os planadores possam flutuar ao longo dos trilhos com quase nenhuma fricção. Para medição do comprimento, as duas superfícies têm duas escalas correndo em direções opostas com divisões milimétricas e figuras centimétricas. Dois parafusos são encontrados no final dos trilhos, fazendo com que eles fiquem bem presos ao suporte incluso com o 11202.77; eles devem ser usados nessa posição levando em conta que o objetivo experimental não requeira uma montagem diferenciada. O tubo quadrado descansa em um sustentador em forma de U que é apoiado no banco de experiências com seus pés num arranjo de três pontos; dois parafusos de ajuste provêem o alinhamento horizontal dos trilhos.
O tubo quadrado e o sustentador são unidos por meio de sete parafusos que foram usados para ajustar o trilho (ajuste básico). Como os parafusos no fundo trilho são acessíveis, um trilho que for desalinhado devido a um manuseio impróprio pode ser reajustado pelo usuário, veja 3. 4. Porém, a menos que haja um motivo muito sério, os parafusos não devem ser alterados.

2 - Suporte da extremidade para o trilho de ar 11202.15 - (dois inclusos)

Esses são fixados no trilho de ar no final do trilho usando os parafusos apropriados. Note: Se o sistema mecânico de início for usado, consistindo dos itens: 11202.13 e 11202.14 (não inclusos no 11202.77), então o sistema de início é preso ao trilho no lugar do suporte da extremidade.

3 - Planador 11202.02 (dois inclusos)

Em forma de telhado, 130mm de comprimento, alumínio preto anodizado seção perfilada para a colocação no trilho. Uma correia com cinco soquetes de 4mm possibilita que as telas e outros elementos conectores sejam encaixados.

A massa própria do planador é de aproximadamente 170g; provido com tela, l = 100mm e duas tomadas, a massa aumenta para um total de cerca de

200g. Balanças são necessárias para encontrar o peso exato. Para se aumentar a massa para 300g ou 400g, 50g pesos entalhados (02206.01) podem ser colocados nos dois pinos de aço e uniformemente distribuídos nos dois lados por razões de simetria. É por este motivo que ambas faces também devem estar sempre encaixadas através de uma conexão mesmo quando somente uma seria necessária.

4 - Tela 11202.03 e Tela 11202.04 (dois de cada inclusos)

As telas de plástico pretas são fixadas na correia do planador com suas tomadas de 4 mm. Elas são usadas para controlar instrumentos de tempo (por exemplo, contador eletrônico digital, 6 dígitos (13603.93), 4 dígitos (13600.93)) através de barreiras da luz fixadas no trilho. As duas altas telas de 50mm diferem uma da outra em comprimento e massa.

Tela	Comprimento	Massa
11202.03	100mm ± 0.2mm	10g ± 1g
11202.04	25mm ± 0.1mm	5g ± 0.5g

Elementos conectores

As conexões listadas abaixo (com tomadas de 4mm) têm todas a mesma massa (10 g ±1 g) e a mesma posição para o centro de gravidade para que o planador seja simetricamente carregado quando ambas as faces estiverem conectadas.

5 - Forquilha com tomada

Com quatro pares de encaixes para segurar uma borracha de 11202.09. A borracha não pode vergar, mas não dever ser submetida a uma tensão muito forte. A forquilha com borracha é usada para colisões elásticas. Dois planadores são fixados nas faces finais com a forquilha ou o prato com tomada 11202. 10. É recomendado que as conexões sejam feitas nas cavidades mais baixas dos planadores, porque com a colisão elástica um pequeno torque afetaria os planadores e as perdas de energia seriam então minimizadas.

6- Elástico 11202.09
(10 peças) para segurar o par de canais no garfo 11202.08

7- Prato com encaixe 11.20210
Para conectar (com o prato vertical) sobre a face final do planador. O prato forma o elemento opositor à forquilha 11202.08 durante a colisão elástica.

8 - Tubo com encaixe 11202.05

9 - Agulha com encaixe 11202.05

Para uma colisão não elástica, os elementos conectores são fixados às duas faces opostas dos planadores (é recomendado que as cavidades mais baixas sejam utilizadas). Durante a colisão a agulha penetra a plastilina que enche o tubo, unindo firmemente ambos planadores. A combinação dos encaixes do tubo e a agulha também pode ser usada para deter o planador no final do suporte de extremidade após a finalização do movimento.

Por favor consulte a lista de equipamentos para outras peças necessárias para a condução de experimentos.

3 - Operação inicial e manuseio

3.1- Observações gerais

Antes que o trilho de ar seja operado, ele deve ser firmado num suporte de extremidade 11202. com dois parafusos. Normalmente, um suporte de base também é preso ao início do trilho (o fim com um tubo conector de pressão), a menos que o sistema de iniciação mecânico (11202. 13 + 11202. 14) (não incluso no 11202. 77) seja usado. Neste caso o último seria fixado no lugar do suporte de extremidade.

O trilho de ar é montado numa superfície plana, que seja a mais nivelada possível e é conectado ao soprador usando o tubo de pressão. A pressão do soprador deve ser acertada de uma maneira que os planadores se elevem de maneira confiável sobre o trilho e sejam suportados pelo ar; a pressão irá depender da carga do planador. Pressões altas do soprador devem ser evitadas, porque elas prejudicariam a firmeza de posição do planador.

O trilho deve ser o mais alinhado possível com os dois parafusos de ajuste na base do trilho de suporte. Inicialmente isto poderia ser realizado a olho; um alinhamento preciso deve ser obtido com o soprador operador e através da colocação do planador no trilho. Com um trilho apropriadamente nivelado deve haver nenhuma ou pouca aceleração do planador; um leve movimento de pêndulo causado pelo ar entretanto é inevitável. Este teste deve ser conduzido em diferentes partes do trilho. A ação de forças externas, por exemplo, vibrações causadas por correntes de vento, devem ser evitadas.

3.2 Cronometragem eletrônica

Os contadores digitais eletrônicos mencionados na lista de equipamento são adequados para a medida de tempo. Uma ou duas barreiras da luz podem ser conectadas a esses dispositivos. Podem ser conectadas uma ou duas barreiras

da luz a estes dispositivos para controle óptico elétrico. As barreiras da luz devem ser organizadas no ponto exigido do trilho de forma que a tela do planador bloqueie a luz entre a fonte luminosa e o sensor fotoelétrico quando ele passar. Um suporte feito de componentes de apoio é adequado. Uma régua com planadores pode ser presa à estrutura de sustentação para demonstrar a medida de comprimento.

3.3 Produzindo aceleração constante

O planador deve ser fixado ao Gancho (11202.07*). Para produzir a aceleração, um fio de seda (02412.00*) ao final da qual um suporte de peso (02407.00*) está fixado, é passado sobre uma Polia de Precisão de baixa-fricção (11201. 02). Um ou mais pesos esculpidos de 1g (03916.00*) são colocados no suporte; são permitidas polias de até 20g.

Como a massa nominal do planador (200g para o planador com uma tela de 100mm e dois elementos conectores) está sujeito a uma certa tolerância, o peso deverá ser realizado para que a massa acelerada e os pesos complementares sejam determinados se necessário.
A massa do suporte de peso (1g) e os pesos esculpidos de 1g usados também devem ser contados como uma quantidade corretiva adicional; uma massa equivalente para a polia rotatória pode ser tomada como 2. 2g.

não incluso no 11202.77.

3.4 Reajustando o trilho de ar

Uma característica do trilho de ar 11202. 17 é que ele pode ser reajustado com respeito a planeza de seu perfil longitudinal. Correção dos serviços básicos de ajuste é entretanto, apenas necessário se a planeza for prejudicada devido a desgastes mecânicos do trilho.

O procedimento de ajuste exige uma certa quantia de habilidade manual como também um método sistemático de trabalho e sabendo disso, o procedimento pode ser realizado pelo usuário. Sete parafusos Allen acessíveis no fundo do trilho de suporte podem ser ajustados quando necessário. Uma chave Allen normal, AF de 5mm, é necessária para ajustar estes parafusos M6 (1mm/volta). Geralmente, para o reajuste é somente necessário um ajuste de somente meia volta do parafuso que deve ser realizado em fases e a planeza do trilho deve ser testada em cada fase. Virando o parafuso à direita, o tubo quadrado é puxado para baixo nas proximidades do parafuso e é elevado quando o parafuso é virado na direção oposta.

A planeza longitudinal do trilho deveria ser determinada qualitativamente antes dos parafusos de ajuste serem ajustados. Isto é realizado com o soprador operante e a ajuda de um planador colocado ao longo do trilho de ar.

Primeiro o trilho deve ser alinhado com seu nível no centro. Então o planador é posicionado em vários pontos ao longo do trilho e a direção e magnitude aproximada da aceleração que acontece àquele ponto são encontradas. (Se uma estimativa não for considerada suficiente, o tempo t para o planador se mover de seu ponto de partida em uma distância s pode ser determinado. A aceleração é então a = 2 s/t2). A magnitude é uma medida do gradiente do trilho no ponto de teste.

É essencial que efeitos de forças externas, como correntes de vento, sejam evitados durante o teste.

A planeza qualitativa do trilho pode ser encontrada a partir dos resultados e, como uma ajuda, pode ser esboçada. Pode ser por exemplo, que um máximo ou um mínimo esteja presente na seção central do trilho. Então, os parafusos de ajuste são ajustados no ponto de extremo desalinho e na vizinhança mais próxima de acordo com o desalinho determinado. Como mencionado acima, este processo deve ser realizado em pequenas fases. Finalmente, a planeza do trilho deverá ser testada ao longo de todo o trilho. Se o desalinho exibir um número de pontos extremos, então, um procedimento análogo deverá seguir o teste com o propósito de correção das falhas existentes.

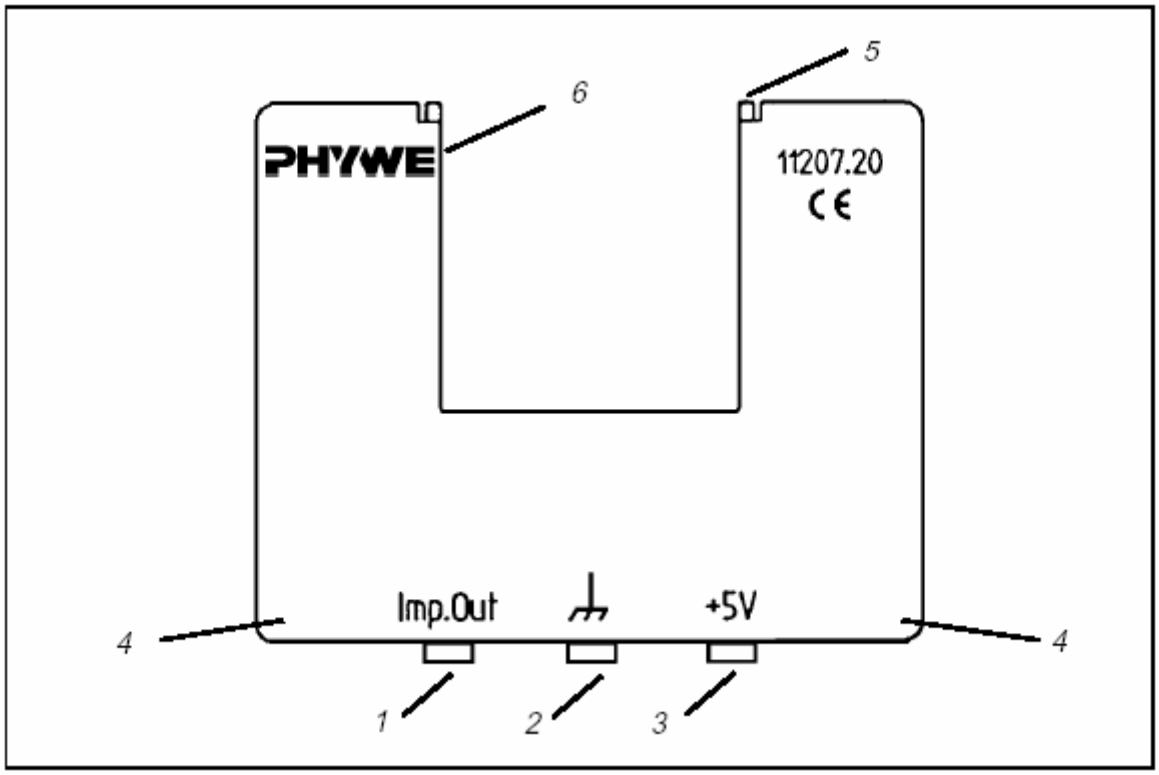
4 - Literatura Experimental

Versuchseinheiten Physik,
Lineare Bewegungen 16001.01
Physik in Demonstrationsversuchen,
Ausgabe A/B, Band Mechanik 01141.21
Physik in Demonstrationsversuchen,
Ausgabe C, Teil 1 01146.01
University Practicals in Physics 00067.72
Manual for COMEX Air Track Rail 01171.02
Computer-Aided Measurement Acquisition and Evaluation
of Air Track Rail Experiments with the COMEX Interface System

Ficha Técnica – Photo-gate

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:

Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – *PUC - SP*



1 Finalidade e descrição

A barreira de luz aforquilhada (fig. 1) permite aos contadores, relógios e outros equipamentos, serem eletronicamente controlados.

Somente uma faixa estreita de luz alcança o receptor de infravermelho da barreira, que está situado no fundo de um buraco cilíndrico para a completa proteção de luz indesejada. Isso assegura o escurecimento do receptor por um corpo de diâmetro menor que d = 1.3 mm, em qualquer posição do sombreado; ou mesmo com um diâmetro de d = 0.5 mm, quando o corpo estiver próximo ao buraco cilíndrico.

Adicionalmente, uma roda com guia é fornecida no pacote do equipamento para usos opcionais. Essa roda amplia o alcance de aplicações da barreira de luz aforquilhada. Como exemplo, quando um objeto móvel for conectado à roda adicional (pequena polia) com um fio que percorra a guia, a distância percorrida pelo objeto pode ser determinada a partir do número de interrupções no sombreado, ou seja, pela rotação da pequena polia.

A barreira de luz aforquilhada é apta ao funcionamento logo que ligada.

2 Funções e elementos operacionais

1 Saída TTl (soquete de 4 mm) para controlar equipamentos periféricos

2 Conexão terra. Serve como contato de referência para a saída TTL 1 e a conexão do fornecedor de energia 3

3 Conexão do fornecedor de energia (soquete de 4 mm). Voltagem avaliada contra a conexão terra 2: +5 V +/- 5%

4 Furo rosqueado (M6) para se fixar a haste suporte.

5 Suporte para a roda adicional (polia -11207.21).

6 Furo cilíndrico do receptor foto-elétrico.

3 MANUSEIO

3.1 Equipamento para controle externo

— Conecte os soquetes de conexão 1 e 2 com a entrada do instrumento de medição

— Ajuste a entrada do instrumento de medição de acordo com os requerimentos.

As voltagens da saída de controle são aproximadamente de 0 V com o receptor iluminado e, aproximadamente de 5 V com o receptor desligado.

3.2 Suprimento elétrico

Os seguintes fornecedores de energia (+5 V +/- 5%) são adequados:

— Fornecedor de energia, 5 V-/0.3 A	11076.93
— Fornecedor de energia, 5 V-/1 A	13502.93

Um suprimento de energia à parte não é necessário, quando a barreira de luz aforquilhada for utilizada em combinação com os seguintes dispositivos de medição:

— Instrumento para medidas de tempo 4-4	13605.99
— Contador eletrônico digital, 4 dígitos	13600.93
— Contador eletrônico digital, 6 dígitos	13603.93

4 EVITANDO DANOS

O fio conectado não deve ser maior que 3m.

O instrumento pode sofrer interferência de carga eletrostática, ou outros fenômenos eletromagnéticos que não mais estejam operando dentro das especificações. As seguintes medidas reduzem influências perturbadoras.

— Evite tapetes instalados
— Garanta a compensação potencial

5 ESPECIFICAÇÕES

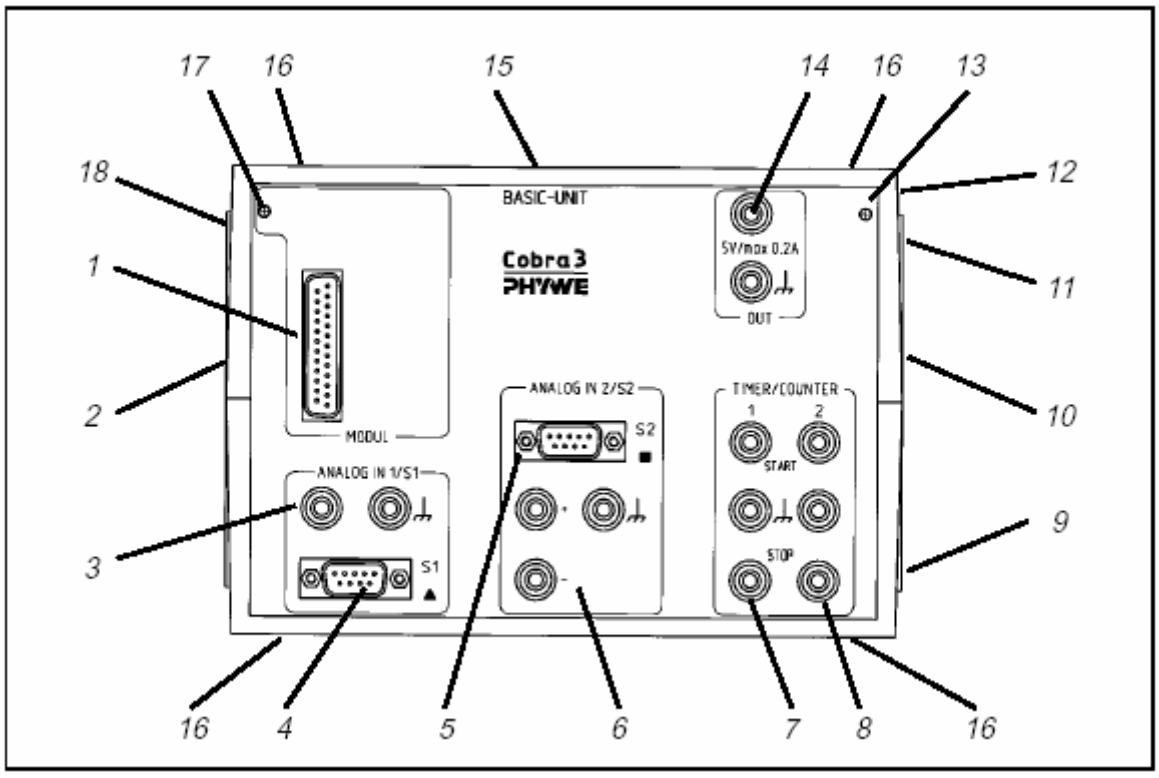
Forquilha espessura/profundidade	40 mm
Comprimento de onda	infravermelho
Máxima freqüência funcional	> 25 kHz
Tempo mínimo desligado	20µs
Saída	à prova de curto-circuito
Voltagem ociosa	
receptor iluminado	≥3.6 V
receptor desligado	aproximadamente 0 V
Resistência de entrada do equipamento conectado*	> 10 k
Fornecedor de energia	+5 V +/- 5%; 80 mA
Proteção de polaridade	breve
Alcance de temperatura	5...45^{0}C
Fio para haste	M6
Comprimento da haste	125 mm

* Nesse caso, com o receptor iluminado, uma voltagem de saída de 2 V para o controle de equipamentos periféricos faz-se segura.

Roda adicional	
Número de barras	20
Diâmetro (via para o fio)	25 mm

Interface COBRA3

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP



1. Finalidade e Descrição

A unidade básica Cobra3 é uma interface para medições, controles, e ajustes em física, química, biologia e tecnologia. Ela pode ser operada por computador (interface RS 232 de série) ou –sem o uso de um computador- com uma unidade operacional especial (unidade COM). O instrumento é provido com 3 entradas análogas (1 porta modular, 2 portas sensoras), 1 saída análoga, 3 condutores digitais, 2 entradas para cronômetros, 1 saída de voltagem fixa. O número de entradas e saídas conforme a necessidade para conexões de unidades básicas adicionais. Quantidades não-elétricas também podem ser determinadas pelo uso de módulos e sensores. O sistema operacional da unidade básica pode ser atualizado através da interface RS 232. O instrumento é embalado num plástico resistente a choques, e é equipado com pezinhos posicionadores. Há diversas possibilidades de montagem e na lateral encontram- se elementos necessários para possíveis conexões de unidades adicionais.

2. Manuseio

2.1 Elementos funcionais e operacionais

Todos elementos funcionais e operacionais, com a única exceção do fio de conexão para a braçadeira 15, estão na placa frontal ou nas laterais do instrumento.

1 Porta modular

Conector coletor (soquete SUB-D de 25 pinos) para medição de módulos. A entrada análoga 1 é coberta e não utilizável quando o módulo de medição está conectado. A porta sensora S1, entretanto, continua utilizável.

2 Extensão conectora para unidades

Tomada de 48 pinos na lateral para a conexão de uma unidade adicional. A conexão é assegurada por elementos conectores especiais 18.

3 Entrada análoga 1

Entrada análoga relacionada ao terra (tomadas de segurança de 4mm) com alcances de medida de ±10 V and ±30 V. As tomadas de segurança servem como cobertas de direção quando um módulo de medição está conectado à entrada 1 e não estão livres para uso.

4 Porta do sensor S1

Na conexão de sensores, módulos de medição ou elementos especiais para esta tomada, não somente a entrada análoga 1, mas também a saída análoga, três fornecedores de voltagem e três condutores digitais são dirigidos.Um conversor de módulo de medição 12150.04 e um cabo de dados 14602.00 são necessários na conexão de um módulo de medição.

5 porta do sensor S2

Na conexão de sensores, módulos de medição ou instrumentos especiais para esta tomada, ambos a entrada análoga 2 (mas somente relacionados ao terra), como também os três fornecedores de voltagem e os três condutores digitais são conduzidos. Um conversor de módulo de medição 12150.04 e um cabo de dados 14602.00 são necessários para a conexão de um módulo de medição.

6 Entrada analógica 2

não-relacionada ao terra, entrada de diferentes potenciais separados (tomadas de segurança de 4) com medidas de alcance de 6 níveis :
±30 V /±10 V / ±3 V / ±1 V / ±0.3 V / ±0.1 V

7- cronômetro/contador 1

Três tomadas de 4mm com as funções START, STOP e um tomada terra comum. Controladas por impulsos TTL ou pelo contato de abertura ou de fechamento. Esta entrada pode ser usada como um cronômetro, contador e como uma entrada TTL.

8- cronômetro/contador 2
Como na entrada 7 e adicionalmente com a função "contador com tempo de entrada"

9- Conexão RS 232
Tomada SUB-D de 9 pinos, localizada na parede lateral para a conexão de uma interface de série.

10- Extensão conectora para unidades
tomada SUB-D de 48 pinos, localizada na parede lateral para a conexão de uma unidade adicional. A tomada é assegurada por elementos conectores especiais 11

11 - Elementos conectores e pé posicionador
a barra de suporte móvel que é situada na parede lateral propicia uma firme estabilidade para um unidade adicional conectada na lateral. O pé pode ser movido possibilitando que a unidade seja suportada numa posição inclinada. A cor amarela do pé indica a mobilidade da barra de suporte.

12- Fonte de alimentação
Há uma tomada de baixa voltagem na lateral para a conexão da fonte de alimentação de energia do Cobra3 12151.99 ou de outro fornecedor de energia condizente CE 12 V-/>6W (positivo na parte interior).

13- Lâmpada de controle
A luz verde do diodo mostra que o aparelho está ligado. Além disso, o diodo pode ser usado como um sinal durante os experimentos, por exemplo, como uma lanterna (veja 17).

14- Saída de voltagem fixada
Par de tomadas de segurança de 4mm que oferecem uma voltagem direta de 5V/max. 0.2 A, por exemplo, para uma barreira de luz.

15- conector de fio para braçadeira
a braçadeira 02043.10 encaixada na parte traseira, a unidade básica pode segurada na vertical de maneira que todos possam vê-la.

16- Junção de encaixe
Para firmação de diversas unidades, uma na outra (não possui nenhuma conexão elétrica).

17- Lâmpada indicadora
O diodo emitido pela luz amarela serve para guiar o usuário e é também utilizada como uma lanterna indicadora durante experimentos. (veja 13)

18- Elementos conectores e pé posicionador
A barra de suporte imóvel que é situada na parede lateral proporciona um firme suporte à uma unidade adicional conectada na lateral. O pé pode ser movido proporcionando estabilidade à unidade quando em posição inclinada. A cor cinza do pé indica a imobilidade da barra de suporte.

2.2 Processo iniciador
Quando usada com um computador:
Conecte o conector RS 232 de 9 pinos da unidade básica (9) ao conector de série do computador (por exemplo, COM 1) através do cabo de dados 14602.00.
Aplique uma voltagem contínua de 12 V/>6 W com a fonte de alimentação (fornecedor de energia Cobra3 ou outro fornecedor de energia CE condizente, fornecimento de energia controlada) a entrada 12. O diodo emitido pela luz verde indica que o instrumento está ligado.
Instale o software MEASURE no computador e inicie o programa. Para continuar daqui, consulte as instruções operacionais fornecidas com o programa, ou consulte a literatura experimental.

3 Especificações

3 entradas análogas
- porta de módulo
alcance de medição ±10V
Conexão tomada SUB-D, 25 pinos

-Analógico em 1 ou porta do sensor S1
alcance de medição ±30V/±10V
Conexão tomadas de 4mm ou tomada SUB-D, 9 pinos
entrada relacionada ao terra
resistência da entrada 519 kΩ

-Analógico em 2 ou porta do sensor S2
Alcance de medição ±30 V / ±10 V / ±3 V / ±1 V / ±0.3 V / ±0.1 V
Conexão tomadas de 4mm ou tomada SUB-D, 9 pinos
diferença na entrada sem terra
resistência da entrada 1038 kΩ

-Para todas entradas análogas:
nível de verificação max. 500 kHz
Modo online até 5 kHz

Modo de explosão	5 Hz – 500 kHz
Resolução	12 bits
Proteção contra altas voltagens	até 230 V AC
engatilhamento	ajustável

Cronômetro/contador 1 ou 2	
capacidade de contagem	32 ou 40 bits
Resolução	1µs ou 250 ns
proteção contra altas voltagens	até 35 V
Conexão	tomadas de 4mm

Possibilidades de configuração para:

cronômetro/contador 1	cronômetro/contador 2
cronômetro	cronômetro
contador	contador
contador	cronômetro
—	contador com entrada

saída análoga (parte das portas de módulo ou dos módulos de sensor)

Alcance da voltagem	±10V
Resolução	5mV
Conexão	tomada SUB-D, 9 ou 25 pinos

Saída de voltagem (por exemplo, para barreiras de luz)

voltagem estabelecida	5V/0.2A
Conexão	tomadas de 4mm

Dados Gerais:	
interface RS 232	tomada SUB-D, 9 pinos
Alcance de transmissão	máx. 115200 bits/s
Armazenamento de valores medidos	12000 valores
Conexões para unidades	tomada 48 pinos
fornecimento de voltagem direta	12V-/>6W
Conector	tomada de baixa voltagem, positivo no lado interior
Dimensões de acomodação	190X135X90 mm
Peso	850 g

4 Nota sobre a garantia

A garantia não cobre desgastes naturais ou danos resultantes de manuseio impróprio. O fabricante pode apenas ser responsável pelas funções e características de segurança do equipamento.

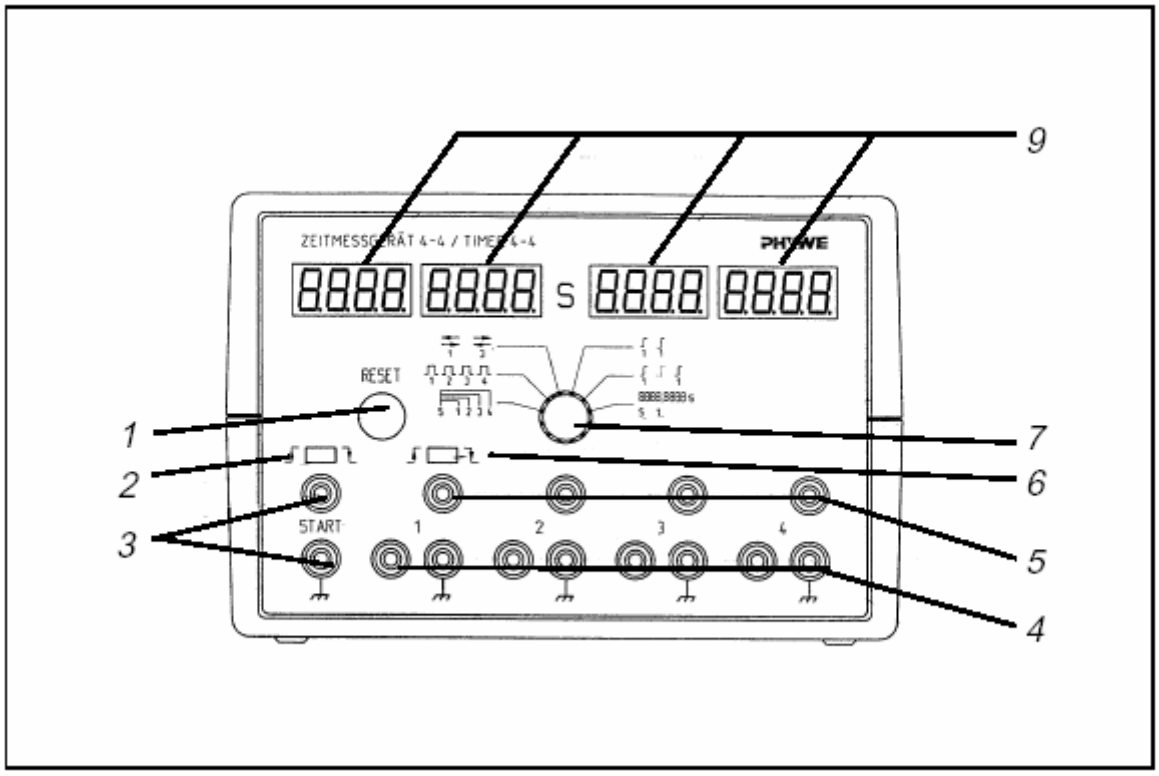
Manutenção, consertos ou mudanças no equipamento são apenas realizados pelo fabricante ou por pessoas devidamente autorizadas por ele a realizar tais serviços.

5.5 literatura experimental Cobra3

Naturwissenschaft mit Cobra3, Teil 1 01300.01
Handbook Science with Cobra3, Part 1 01300.02
Naturwissenschaft mit Cobra3, Teil 2 01301.01
Handbook Science with Cobra3, Part 2 01301.02
Naturwissenschaft mit Cobra3, Teil 3 01302.01
Handbook Science with Cobra3, Part 3 01302.02

Crônometro digital

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & Osvaldo Guimarães – PUC - SP



1- Propósito e aspectos característicos

O cronômetro exibe painéis de quatro dígitos e foi especificamente desenvolvido para uso em experiências de estudantes e em trabalhos práticos de física. O iniciar e parar dos quatro cronômetros independentemente embutidos é ativado pela abertura ou fechamento de circuitos elétricos, ou por meio de barreiras de luz ou de outras fontes de sinal TTL. Os seis diferentes modos operacionais permitem ajustar o cronômetro para adaptação a quase qualquer exigência experimental que possa ocorrer. Três diferentes modos operacionais são adequados a experiências de trilhos (lei de tempo- distância para quatro trilhos, medida de velocidade em quatro posições, princípios de colisões), e em cada caso são utilizadas todos os quatro painéis do cronômetro. Dois modos operacionais extras permitem, por exemplo, a medida do tempo de órbita de um movimento rotativo e a medida direta da duração de um balanço completo de um pêndulo mecânico. Em caso de necessidade, dois dos painéis de quatro dígitos do cronômetro podem ser combinados para exibições de oito dígitos (0000.0000 to 9999.9999).

2- Função e elementos operacionais

O cabo de conexão provido serve para ligar o cronômetro ao fornecedor de corrente alternada da matriz, e deve ser conectado na parte traseira do cronômetro. Do lado desta conexão está uma caixa de fusível que só poderá ser aberta após a remoção do conector da matriz, por exemplo, por uso de uma chave de fenda. Veja a placa de identificação para substituição de fusíveis finos, 5 mm X 20 mm.
O botão principal para ligar o cronômetro está na vizinhança direta da conexão da matriz na parte de trás do cronômetro. Todos os outros elementos funcionais e operacionais estão situados na placa dianteira do cronômetro (veja a figura acima).

1 – botão reset (botão de reajuste, apagador)

Serve para zerar o cronômetro e restabelecer o mesmo para uso após uma medição.

2- Interruptor de corrediça

Serve para selecionar a extremidade de ativação na tarefa de dar INÍCIO à medição; posição : início da medição pelo ponto crescente de um impulso TTL (liberação de uma barreira de luz) ou pela abertura da conexão elétrica entre as cavidades da energia correspondente; posição : início da medição pelo ponto decrescente de um impulso TTL (interrupção de uma barreira de luz) ou dosando a conexão elétrica entre as cavidades da energia correspondente.

3- Par de entradas INÍCIO

Servem para iniciar a medição do tempo nos modos operacionais 1 e 6; veja seção 3 para uma descrição dos modos operacionais.

4- quatro pares de entradas

Servem para fornecer barreiras de luz com uma voltagem operacional de 5V -; as entradas rotuladas com o símbolo *earth * são também para serem utilizadas no controle do circuito da corrente.

5- entradas de controle de energia

Servem para iniciar e/ou para parar a medição de tempo nas várias exibições de acordo com o modo operacional selecionado com o botão 7. Para cada uma das cavidades de controle de energia, a entrada 4 abaixo dela que é rotulada com o símbolo *earth * serve como ponto de referência. O modo de

ação do controle de energia depende do modo operacional que for selecionado (veja seção 3).

6- interruptor de corrediça

Serve para selecionar a extremidade de ativação para o controle de energia de 1 a 4 (5). O símbolo ao lado do botão relaciona-se em cada caso ao primeiro processo ativado pelo botão (*Start* nos modos operacionais 2, 3, 4 e 5; *Stop* nos modos operacionais 1e 2); se a medição é iniciada e interrompida sob a mesma ativação, então a extremidade ativada durante o segundo processo de ativação pelo interruptor *stop * dependerá do modo operacional que foi selecionado (veja seção 3).
Posição:

ativado pelo aumento do impulso TTL (liberação de uma barreira de luz) ou pela conexão elétrica entre as cavidades de energia; posição:

ativado pela diminuição do impulso TTL (interrupção de uma barreira de luz) ou pela conexão elétrica entre as cavidades de energia.

7- interruptor de níveis

Serve para a seleção de um dos 6 modos operacionais disponíveis (veja seção 3).

8- painéis digitais

Possibilita a exibição do tempo medido dentro da gama de 0. 000 a 9. 999 s. Combinando os dois painéis localizados à esquerda do cronômetro (modo de operação 6) e os resultados do painel de 8 dígitos que têm uma resolução de dobra de 10 são permitidas medidas de até 9999. 9999 s.

3- Manuseio

Ligue o cronômetro, ele está pronto para ser usado. De acordo com a experiência que será executada, selecione o modo de operação mais adequado (seção 3. 1) por meio do interruptor de níveis 7.
Conecte controladores automáticos adequados (veja lista de equipamentos) à entrada apropriada do cronômetro para iniciar e parar as medições de tempo. Antes de conectar equipamento que não se encontra na lista, cheque o sinal de controle dele/s para ver está/o conforme a norma de TTL. Os fios conectores não podem ser mais longos que 3 m.
Uma fechadura de repetição automática assegura que nenhum valor medido será indesejadamente elaborado. Para deixar o cronômetro pronto para outra

ao término de uma medida, zere o painel apertando o botão RESET. Uma medida que está em progresso também pode ser interrompida a qualquer hora com a ajuda do botão RESET.
Quando o cronômetro estiver na redondeza de campos de alta freqüência (por exemplo: rádios), ele pode ser influenciado pela carga eletrostática, ou por fenômenos eletromagnéticos semelhantes, assim já não funcionará dentro de suas especificações. As seguintes medidas reduzem os efeitos de interferências:

- Evite a presença de geradores de alta freqüência em laboratórios e na vizinhança imediata deles.
- Continue conectando instalações elétricas sempre que possível.
- Evite carpetes, assegure a igualação de potências.

3.1 – Descrição dos modos de operação

O interruptor de níveis 7 permite uma escolha de seis diferentes modos de operação. As posições de interruptor são rotuladas no painel dianteiro com símbolos gráficos de fácil compreensão. As entradas ativas de controle para os vários modos de operação são indicadas abaixo dos gráficos (S para START e 1 a 4 para as entradas correspondentemente rotuladas no painel dianteiro). Nos parágrafos seguintes destas instruções operacionais, nós numeramos os modos de operação de 1 a 6, conforme as posições do interruptor da esquerda para a direita, e demos a cada modo de operação um nome que corresponde a uma aplicação específica.

Modo de operação 1: “s(t)”

Especialmente para a investigação da lei de tempo/distância de movimento em pistas amortecidas. Todos os quatro cronômetros são simultaneamente ativados pelo botão START; alterne impulsos nas entradas de controle 1 a 4. Pare as exibições correspondentes a cada número da esquerda para a direita.
São necessárias quatro barreiras de luz bifurcadas para a medição. Elas são distribuídas ao longo do percurso e conectadas com as entradas de 1 a 4. Para iniciar o movimento, nós recomendamos nosso sistema de iniciação 11202. 13, do qual o interruptor de contato deve ser conectado à entrada do START. Se um dispositivo de iniciação com interruptor de contato não estiver disponível, então uma barreira de luz também pode ser usada na entrada do START. Em todo caso, os interruptores 2 e 6 devem estar em posição. Não é absolutamente necessário conectar todas as entradas de controle. Os painéis pertencentes às entradas que não estiverem sendo usadas pararão automaticamente nos 9. 999 s.

Modo de operação 2: “v(s)”

Especialmente feito para a medição da velocidade em quatro posições diferentes no trajeto amortecido. Cada um dos quatro painéis (em sucessão, da esquerda para a direita) é iniciado pelo impulso de controle à extremidade

selecionada com o interruptor 6 e interrompida pela extremidade inversa. O START e o interruptor 2 não tem funções neste.

Recomenda-se usar para esta a mesma programação previamente usada na medição em modo operacional 1. O interruptor na posição 6 também permanecerá inalterado.
Neste modo de operação também é possível trabalhar com menos de quatro barreiras. As exibições que pertencem às entradas novas ficarão à 0. 000 s.

Modo de operação 3: “Colisão” (choque)

Particularmente utilizado na avaliação de experiências de colisão no percurso amortecido. Somente as entradas de controle 1 e 3 são ativas. Em cada uma das entradas, duas medições podem ser realizadas sucessivamente sem existir a necessidade de se apertar o botão RESET no intervalo entre elas . Os resultados aparecerão em painéis diferentes:
Os dois painéis do lado esquerdo pertencem à entrada 1, e os dois painéis do lado direito a 3. A função das extremidades ativadora é como as no modo de operação 2 (início e parada em extremidades opostas para medição da duração de sombra). Para experiências em colisões elásticas, posicione as duas barreiras de luz conectadas as entradas 1 e 3 no percurso de forma que cada barreira é passada por um dos carrinhos de atrito antes e depois da colisão. Interruptor 6 deve estar posicionado. Calcule a velocidade a partir do comprimento da tela (10 cm) e dos tempos de sombra medidos.

Modo de operação 4: “Rotação”

Neste modo de operação a medição do tempo no painel do lado esquerdo é iniciada por um impulso na extremidade de controle selecionado com o interruptor 6 sob o controle da entrada 1; quando a mesma extremidade aparecer uma segunda vez, a medição é interrompida. Estas condições são requeridas por exemplo para a medida do tempo de órbita de um movimento rotativo. Quando a medição é iniciada e interrompida devido a uma leve barreira, então o interruptor 6 deve estar posicionado.

Para a seleção da extremidade ativadora para as entradas de controle de 1 a 4 (5). O símbolo próximo ao interruptor se relaciona em cada caso ao primeiro processo realizado("START" nos modos operacionais 2, 3, 4 e 5,; " Pare " nos modos operacionais 1 e 2); se a medição é iniciada e interrompida sob a mesma entrada, então a extremidade ativadora para o 2º processo de ativação (" STOP ") dependerá do modo operacional selecionado (veja seção 3).

Posição: ativado pelo aumento de um impulso TTL (liberação de uma barreira de luz) ou pela abertura da conexão elétrica entre as cavidades da entrada; posição: ativado pela diminuição de um impulso TTL (interrupção de uma leve

barreira) ou pelo fechamento da conexão elétrica entre as cavidades da entrada.

Modo de operação 5: “Pêndulo”

Este modo de operação só difere do modo de operação 4 na parte que, depois do começo, não o segundo, mas o terceiro impulso de controle idêntico na extremidade pára a medição. Pode ser usado então como uma barreira de luz, por exemplo, para medir o tempo de um ciclo completo de um pêndulo.

Modo de operação 6: “Rápidas e longas medições”

Para a medida de ambos tempos curtos com sensibilidade décupla (10-4 s), como também tempos longos de até 9999. 9999 s. Para este propósito, os dois painéis à esquerda são combinados em uma única exibição de 8 dígitos. O início é dado com o botão START; A medição é parada por um sinal na entrada de controle 1. As extremidades para start e stop podem ser selecionadas independentemente com os interruptores 2 e 6.
Uma aplicação típica deste modo de operação é a medida da velocidade de som no ar. Para iniciar o contador e ao mesmo tempo gerar um impulso de som, golpeie juntas duas varas curtas de apoio que são conectadas à entrada START (e. g. as varas de apoio com furos rosqueáveis de 4 mm para a conexão dos fios conectores, encomende nº 02036. 00). A sonda de som 03542.00 é adequada para realizar a parada ao término da medida de percurso.

4- Especificações

Painéis Digitais LED de 4 dígitos
Altura dos dígitos 10 mm
Número de cronômetros 4
Gama de medição de 0.000 a 9.999 s ou de 0.0000 a 9999.9999 s
Resolução 1 ms ou 0. 1 ms
Controle (start/stop) através de circuitos elétricos (fechamento do contato/ abertura do contato ou nível conforme a norma TTL)
Provisão elétrica 100 a 240 V ~, 50 a 60 Hz
Energia necessária 18 VA

5- Lista de equipamentos para este experimento

O cronômetro pode apenas ser operado em conexão com controladores automáticos adequados que sejam adaptados às entradas do cronômetro. Qualquer controlador que abra ou feche um contato elétrico, ou provenha impulsos elétricos que estejam de acordo com a norma de TTL, são adequados. A seguinte lista contém uma seleção de equipamentos controladores que pode ser conectados às entradas 3 e 5:

221 – Trilho de ar

Aparato de esfera cadente
Sistema ativador (starter system)
Barreira de luz aforquilhada, compacta
Barreira de luz
Barreira de luz com contador

221 – Trilho de ar

Roteiro elaborado com base na documentação que acompanha o conjunto por:
Hermes Urébe Guimarães & *Osvaldo Guimarães* – PUC - SP

1 PROPÓSITO E DESCRIÇÃO

O soprador 13770.93 é utilizado principalmente em experimentos onde seja necessário um ar-coxim, por assim reduzir a fricção mecânica entre duas superfícies para o nível mais baixo possível. O trilho de ar 11202.88, o rotor por influência do ar 02417.88 ou o giroscópio com eixo magnético, podem ser conectados ao soprador por meio do tubo de pressão 11205.01. O soprador também pode ser utilizado para operar a caixa do vento 03459.00

A unidade está protegida por uma caixa de plástico resistente a impactos. Há uma alça para que se carregue o equipamento. A unidade pode ser posta de modo inclinado, para tanto é preciso desdobrar uma peça localizada na base do equipamento. Quatro pés de borracha asseguram que a unidade permanecerá segura, sem risco de deslize. A unidade pode ser empilhada a um outro equipamento, desde que os quatro pés de borracha estejam devidamente alocados sobre a superfície do equipamento abaixo, assim provendo segurança contra deslizes. O modo inclinado somente é permitido para o equipamento do alto da pilha.

2 OPERAÇÃO

O cabo elétrico de 1.5m de comprimento é para a conexão das unidades em série ao cabo elétrico AC, que estará conectado ao soquete do equipamento localizado no painel trazeiro da unidade. O suporte retangular de fusível situado acima do soquete, somente pode ser aberto com uma chave de fenda ou ferramenta similar, quando os cabos elétricos estiverem retirados. O fusível de substituição é 5mm x 20mm, FF 4 G.

O ruído inevitável da unidade pode ser reduzido colocando-se uma esteira macia sob o equipamento (esteira de esponja de borracha, número do pedido 02072.00).

A conexão entre o soprador e o aparato a ser dirigido é guarnecida por uma mangueira flexível 11205.01, uma das extremidades se encaixa no conector de pressão do painel frontal do soprador, a outra será encaixada no conector do equipamento pertinente.

O soprador é operado quando ligados os cabos de conexão, encontrados no painel trazeiro. A força requerida do soprador é ajustável pelo botão do painel frontal. Devido a razões técnicas, o soprador funciona lentamente quando posicionado na velocidade zero. O botão de proteção do motor sofre interrupção temporária quando a temperatura interna do equipamento for muito alta (acima de 80^0C); o motor continua a girar após se resfriar.

3 DADOS TÉCNICOS

Os dados operacionais mencionados mostram valores típicos, os quais não são valores garantidos.

Sistema	Soprador turbo
Regulador de velocidade	controle regulador de fase
Conectores de pressão	
diâmetro externo	32mm
diâmetro interno	27mm
comprimento	35mm
Saída do soprador[1]	aproximadamente 90m³/h
Pressão dinâmica[1, 2]	aproximadamente 110 mbar
Botão de proteção do motor	
tipo	bimetálico
temperatura de interrupção	80...90°C
Temperatura ambiente	-10...+65°C
Umidade relativa permitida	85%
Consumo de energia	máx. aprox. 400VA
Fusível 5 x 20mm	FF 4 G
Voltagem a ofertar	127 ou 220 V (+6%/-10%), 50/60 Hz (DIN/IEC 38)
Dimensões (mm)	230 x 236 x 168
Peso	aproximadamente 4.5kg

[1] com o aparato desconectado
[2] medido na saída do conector

4 MATERIAIS

Acessórios necessários:
Tubo de pressão com conexões nas extremidades
11205.01